

*Written in accordance with the Syllabus of Higher
Secondary Schools with diversified course.*

প্রাথমিক রসায়ন

[Chemistry - Part III - For Class XI]

তৃতীয় খণ্ড

প্রাসঙ্গিক গুহ, এম এস সি

এই গুহটি বিদ্যালয়গুলিতে বিনামূল্যে প্রদান করা হবে, প্রাক্কলন অনুযায়ী
বাজ্যগত জ্যোতিষ বায়ু কলেজ জগন্নাথ কলেজ,
সদাশিবপুর, 'উদ্বাপন', 'সুনামগঞ্জ' এবং
এই গুহটি প্রদান করা হবে প্রদান।

সম্প্রদায় সংস্করণ

বুক সিগ্নিফিকেন্ট প্রাইভেট লিমিটেড

১৫ মজুমদার স্ট্রীট : কলিকাতা-৯

সপ্তম সংস্করণ—1959

মূল্য পাঁচ টাকা পঁচাত্তর পয়সা

Published by P. C. Bhowal for Book Syndicate Private Ltd.
6, Ramanath Mazumder Street, Calcutta-9 and Printed at
Mudran Bharati (P.) Ltd., 2 Ramnath Biswas
Calcutta 9

ভূমিকা

বিজ্ঞানার্চ্য ত্রীমতোজ্ঞনাথ বসুর আশীর্বাণীসহ প্রাথমিক বসায়নের তৃতীয় খণ্ডের চতুর্থ সংস্করণ প্রকাশিত হইয়াছিল। পরলোকগত প্রথিতযশা রসায়ন-বিজ্ঞানী ডঃ জ্ঞানচন্দ্র ঘোষের অন্তঃপ্রেরণায় যে বইটির বচনা শুরু হইয়াছিল, লেখা-শেষে জাতীয়-অধ্যাপক ত্রীমতোজ্ঞনাথ বসুও শুভেচ্ছা ও সমাদরে সেই বচনা-প্রয়াস সার্থকতা লাভ করিল।

বসায়নের পাঠ্যপুস্তকের উন্নয়নে স্নাত্ত্রহী বিজ্ঞান শিক্ষকদের পবামর্শ ও আলোচনাক্রমে তৃতীয় খণ্ডের সপ্তম সংস্করণে কয়েকটি অধ্যায় বিশেষভাবে পৰিমাৰ্জিত করিয়া লেখা হইয়াছে। এই সংস্করণে মৌলিক পদার্থের পর্যায় সারণী বা পিবিয়ডিক টেবল সংযোজিত হইয়াছে।

মাধ্যমিক বসায়নের বইগুলি আকাব নির্দেশ কবা এক বিশেষ সমস্যা বিষয়ে পবিণত হইয়াছে। বোর্ডের সিলেবাস অন্তর্ভাষী বইটিতে অন্তর্ভুক্ত পাঠ্য বিষয় ও বইট্রয়ব আকাব আবণ্ড সংক্ষিপ্ত ও ক্ষীণ কলেবব হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু মেধাবী ছাত্রদের প্রয়োজনবোধে অনেক বিশিষ্ট বিজ্ঞান শিক্ষক-শিক্ষিকা লেখককে বইটিতে কিছু কিছু অতিরিক্ত বিষয় অন্তর্ভুক্ত করাব এবং কোন কোন ক্ষেত্রে পাঠ্যবিষয়েব আলোচনা আবণ্ড বিস্তৃত করাৰ পবামর্শ দেন। কেহ কেহ আবার বইয়ের আকাব প্রসঙ্গে বিপবীত অভিযন্তও প্রকাশ কবেন।

বাংলায় একাধিক পবনেব টাইপের অভাব একরূপ পবম্পব বিবোধী মতামত-গুলি সামগ্রস্ত্রের উদ্দেশ্যে ‘অবশ্য পঠনীয়’ ও বিশেষ মেধাবী ছাত্রদের জগ্ন ‘অতিবিক্ত পঠনীয়’ বিষয়গুলি ভিন্ন টাইপেব সাহায্যে নির্দিষ্ট বা চিহ্নিত কবা সম্ভব হয় নাই। আশা কবি শ্রদ্ধেয় শিক্ষক-শিক্ষিকাগণ ‘অবশ্য পঠনীয়’ ও ‘অতিরিক্ত পঠনীয়’ বিষয়গুলি ছাত্রদের জগ্ন চিহ্নিত কবিয়া দিবেন।

বিজ্ঞান শিক্ষক-শিক্ষিকাগণের ব্যাপক শুভেচ্ছা ও সমাদরের জগ্নই ষষ্ঠ সংস্করণ প্রকাশ কবা সম্ভব হইল। এজগ্ন লেখক বিজ্ঞান শিক্ষক-শিক্ষিকামণ্ডলীব কাছে আন্তবিকভাবে কৃতজ্ঞ। আশাকবি সবাইকাব পরামর্শ লাভ কবিয়া বইটিকে ভবিষ্যতে আরণ্ড উন্নত করা সম্ভব হইবে। জয়হিন্দু।

HIGHER SECONDARY COURSE
CHEMISTRY SYLLABUS FOR CLASS XI
OF

Board of Secondary Education, West Bengal

Course Content

Notes

1. (a) Equivalent weight— (D)—(Demonstration by teacher)
equivalents of oxygen and carbon (Duma's experiments); determination of equivalents of metals; by replacements of hydrogen, by the addition or removal of oxygen, by analysis or synthesis of chlorides, by displacement with another metal, Numerical problems.

(b) Equivalent weight and atomic weight.

(c) Determination of atomic-weights as included under Avogadro's Law; also application of Dulong and Petit's Law and law of isomorphism. Idea of exact atomic weight problems.

2. Electrolysis.

(a) Faraday's laws of electrolysis.

(b) Ionic explanation of conductivity and of electrolysis. Acids, bases, salts, neutralisation; and salts, basic salts, neutral salts; hydrolysis.

3. Equivalent weight of acids, bases and salts, Standard (including normal) solution, simple acidimetry and alkali-metry.

Cases of back titration or of indirect estimations are not required at this stage.

Course Content

Notes

4. Elementary idea of atomic structure—protons, electrons, neutrons ; electro-valency and covalency ; radio-activity ; isotopes ; oxidation and reduction in terms of electrons.

5. Metals and their compounds.

(i) Physical and chemical difference between metallic and non-metallic elements.

(ii) Extraction of metals from their compounds occurring in nature.

(iii) Properties of metals.

(a) Physical properties.

(b) Electro-chemical series of the metals—Action of oxygen, water and dilute mineral acids.

Displacement of metals from solutions of their salts with another metal.

(c) Action of nitric acid, caustic soda and chlorine.

(iv) Alloys — Elementary idea about preparation. Some common alloys *e. g.*, brass, bronze, german silver, duralumin, soft solders, type metal, alloy steel.

The treatment of the course content should not exceed 24 pages.

Only mention of the different methods with example and equations (where necessary).

(D)—Exhibit the metals, sodium, calcium, magnesium, copper, zinc, aluminium, lead and iron.

Copper from copper sulphate soln, with iron ; silver from a silver salt solution with zinc.

Only quantitative composition and uses.

Course Content

Notes

(v) Some common metals.

D—Charts showing preparation of different compounds from a basic compounds occurring in nature.

Individual compounds are to be read only to the extent indicated.

Only chemistry of extraction of metals ; commercial cells and furnaces are not required.

(a) Sodium. Extraction, properties and uses.

Preparation of sodium sulphate, sodium carbonate (Solvay process), caustic soda (electrolysis of brine, and lime method). Their uses.

Preparation of glass.

(b) Magnesium—its extraction, properties and uses (light alloys).

(c) Calcium—Extraction and properties.

Preparation and uses of lime, plaster of Paris.

(d) Copper, —Extraction from copper pyrites, properties and uses.

Preparation of copper sulphate.

(e) Zinc— Principle of extraction from zinc blende ; properties and uses (alloys ; battery-making).

Galvanizing (Comparison with tin plating).

(f) Aluminium,—Extraction from bauxite ; properties and uses, Thermit process.

Preparation of aluminium oxide, chloride and sulphate.

Brief mention of cement and its use as a building material.

Only the principles of the different steps.

Course Content	Notes
(g) Lead,—Principal of extraction from galena ; properties and uses.	Purification of lead (elimination of arsenic, desilverisation, electrolytic refining) — not required.
Preparation of litharge and red lead : action of dilute hydrochloric and nitric acids on them : uses.	
White lead (formula only) is a pigment.	
(h) Iron—Extraction in the Blast Furnace.	D—Chart of Blast Furnace detailed description not required.
	Function of coke and limestone ; simple equations to explain reduction of iron by carbon monoxide and by carbon and formation of calcium silicate slag.
Cast Iron, Wrought Iron and Steel. Principle of preparation of steel from cast iron (description of any of the process not required).	
Properties of Iron—Rusting and rust-prevention.	Scope of the subject :— The course content is to be converted in 24 to 32 pages.
Preparation of ferric oxide.	
6. Carbon Compounds—Organic Chemistry.	
1. Fuel ; examples of solid, liquid and gaseous fuels.	
(i) Chemistry of preparation of water gas and producer gas.	Commercial plants are not required.

Course Content

(ii) Destructive distillation of coal—Coal-gas and by-products,

Destructive distillation of wood ; only products are to be mentioned.

(ii) Products of fractional distillation of petroleum.

(2) Hydrocarbons.

Preparation of methane, ethylene and acetylene, Properties, saturated and unsaturated compound, substitution and addition products.

Homologous series : illustration.

3. Halogen derivation of hydrocarbon—examples : Chloroform, iodoform, ethylene dibromide are such compounds.

4. Methyl alcohol (preparation from wood distillation products). Ethyl alcohol (preparation from glucose)—methylated spirit.

Structural formulae of alcohols, alcoholic hydroxyl group (with reference to the action of hydrochloric acid, sulphuric acid, organic acids, phosphorus pentachloride, and oxidising agents).

Glycerol is an alcohol.

Notes

Description of the gas works not required ; but mention should be made of the different stages—distillation, removal of tar and ammonia, removal of hydrogen sulphide.

D—Chart.

Preparation or reactions of these compounds are not required.

Detailed study of these reaction not required.

D—Chart to show the relationship between different classes of organic compounds.

Course Content	Notes
<p>5. Formaldehyde (preparation). Formalin. bakelite ; plastics, acetaldehyde (formulæ.)</p>	<p>Reactions of aldehydes and Ketones not required. They are to be read only as products of oxidation of alcohols and products of reduction of acids.</p>
<p>(i) Acetone (Preparation from wood distillation product).</p>	
<p>Structural formulæ of Aldehydes and Ketones.</p>	
<p>6. Formic and acetic acids—Preparation, Structural formulæ.</p>	<p>Chemistry of these acids or their structural formulæ not required.</p>
<p>Some organic acid of everyday use (<i>e. g.</i>, oxalic, citric, tartaric).</p>	
<p>7. Yeast—Preparation ; hydrolysis, Essences, Fats and oils ; soap.</p>	
<p>8. Cellulose and starch. Importance of cellulose products in the arts and industries.</p>	<p>Only a popular treatment in outline is required.</p>
<p>Sucrose and glucose.</p>	
<p>9. Products of distillation of coal tar. Peculiarity of benzene and its homologues, Some derivations of benzene, some dyes, antiseptics, medicinal etc. prepared from them.</p>	
<p>10, Food. — Proximate principles of food. Nutrition ; balanced diet. Vitamins. Digestion.</p>	<p>Only a popular treatment in outline is required.</p>

সূচীপত্র

প্রথম অধ্যায়	: রাসায়নিক তুল্যাংকভার	...	1
দ্বিতীয় অধ্যায়	: পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়	...	34
তৃতীয় অধ্যায়	: তড়িদ-বিশ্লেষণ বা ইলেক্ট্রোলিসিস	...	46
চতুর্থ অধ্যায়	: অ্যাসিড ও বেস বা ক্ষারক ✓	...	91
পঞ্চম অধ্যায়	: পরমাণুর পরিচয় ও গঠন ✓	...	102
ষষ্ঠ অধ্যায়	: ইলেকট্রন ও যোজ্যতা ✓	...	125
সপ্তম অধ্যায়	: জারণ ও বিজারণ ✓	...	143
অষ্টম অধ্যায়	: ধাতু : পরিচয়, নিষ্কাশন ও সাধারণ ধর্ম	...	155
নবম অধ্যায়	: ক্ষারীয় ধাতু সোডিয়াম	...	190
দশম অধ্যায়	: ক্ষারীয় যুতিকা ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম	...	234
একাদশ অধ্যায়	: কপার বা তাম্র . . . . .	...	255
দ্বাদশ অধ্যায়	: জিংক বা দস্তা	...	274
ত্রয়োদশ অধ্যায়	: অ্যালুমিনিয়াম	...	287
চতুর্দশ অধ্যায়	: লেড বা সীসা	...	307
পঞ্চদশ অধ্যায়	: আয়রন বা লোহা	...	322
ষোড়শ অধ্যায়	: অল্পমিতি ও ক্ষারমিতি বা অ্যাসিডিমেট্রি ও অ্যালকালিমেট্রি	...	350

জৈব রাসায়ন

প্রথম অধ্যায়	: ইতিহাস ও ভূমিকা	...	391
দ্বিতীয় অধ্যায়	: জালানী বা ফ্যুয়েল	...	398
তৃতীয় অধ্যায়	: কার্বন যৌগের গঠন, প্রকৃতি, উৎস ও শ্রেণী বিভাগ	...	417
চতুর্থ অধ্যায়	: প্যারাক্সিন বা সংপৃক্ত ও অসংপৃক্ত হাইড্রোকার্বন	...	429
পঞ্চম অধ্যায়	: অ্যালকোহল বা কোহল	...	455
ষষ্ঠ অধ্যায়	: অ্যালডিহাইড ও কিটোন	...	471
সপ্তম অধ্যায়	: কার্বক্সিলিক বা ফ্যাটি অ্যাসিড	...	483
অষ্টম অধ্যায়	: এস্টার : স্নেহ, তেল ও সাবান	...	496
নবম অধ্যায়	: কার্বোহাইড্রেট : চিনি, স্টার্চ ও সেলুলোজ	...	505
দশম অধ্যায়	: আল্কাটারার পাতন ও অ্যারোম্যাটিক যৌগ	...	512
একাদশ অধ্যায়	: খাদ্য ও পুষ্টি	...	529
দ্বাদশ অধ্যায়	: মৌলিক পদার্থের পর্যায় সারণী বা Periodic Table	...	540
H. S. Exam. Questions (1960 to 1965)			... 1—32

তুল্যাংকভারের কল্পনা প্রথম প্রবর্তন করেন জার্মান বিজ্ঞানী রিকটার (Richter)। তুল্যাংকভারকে যোজনভারও বলা হয়। ইংরেজী প্রতিশব্দ অল্পাধী তুল্যাংকভারকে ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট (Equivalent weight) এবং যোজনভারকে কম্বাইনিং ওয়েট (Combining weight) বলা হয়।

কি পরিমাণ ওজনে দুইটি মৌল (element) পরস্পরে যুক্ত হইয়া যৌগ (compound) গঠন করে তাহা নির্দেশ করে রিকটার প্রবর্তিত মিথোহুপাত সূত্র বা রেসিপ্রোক্যাল প্রপোরশন সূত্র (Law of Reciprocal Proportions)। যে অহুপাতে দুইটি মৌল পরস্পরে যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে সেই আহুপাতিক ওজনকে বলা হয় পদার্থ দুইটির তুল্যাংকভার বা যোজনভার। সুতরাং তুল্যাংকভারের কল্পনা প্রত্যক্ষভাবে মিথোহুপাত সূত্র হইতে অন্তহৃত। সেজন্য তুল্যাংকভার সম্বন্ধে আলোচনার পূর্বে মিথোহুপাত সূত্র সম্বন্ধে সম্যক ধারণা প্রয়োজন।

মিথোহুপাত সূত্র অথবা তুল্যাংকভার সূত্র বা যোজনভার সূত্র

Law of Reciprocal Proportions or Law of Equivalent or Combining weights

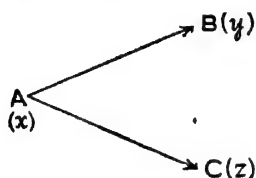
1792 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী রিকটার মিথোহুপাত সূত্র বা রেসিপ্রোক্যাল প্রপোরশন সূত্রটি প্রথম রচনা করেন। দুইটি মৌল কি পরিমাণে পরস্পরে যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে, এই সূত্রটি তাহা নির্দেশ করে বলিয়া ইহাকে যোজনভার সূত্র বা কম্বাইনিং ওয়েট সূত্রও (Law of combining weights) বলা হয়। যোজনভার ও তুল্যাংকভারের একই তাৎপর্য। সুতরাং বলা যায়, বিভিন্ন মৌল তুল্যাংকভার পরিমাণে পরস্পরে মিলিত হইয়া যৌগ গঠন করে। সেজন্য এই সূত্রটিকে তুল্যাংকভার সূত্র বা ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট সূত্রও (Law of Equivalent weights) বলা হয়। মিথোহুপাত সূত্র বা গুণাহুপাত সূত্রের দ্বারা মিথোহুপাত সূত্রও মৌলের পারস্পরিক

সংযোজ-বিধি-নির্দেশকারী আরেকটি রাসায়নিক সংযোগ সূত্র (Law of Chemical combination)।

মিথোন্মুপাত সূত্র (Law of Reciprocal Proportions) :

যে যে ওজনে দুইটি বা তাতার বেশি মৌল পৃথকভাবে নির্দিষ্ট ওজনের অন্ত কোন মৌলের সঙ্গে যুক্ত হইয়া যোগ গঠন করে, সেই মৌলগুলি পরস্পরে যুক্ত হইয়া যোগ গঠন করিলে ঠিক সেই সেই ওজনে অথবা এরূপ ওজনের সরল গুণিতকের (simple multiples) অনুপাতে যুক্ত হয়।

মনে কর, দুইটি মৌল B ও C পৃথক ভাবে অন্ত একটি মৌল A-এর সঙ্গে যুক্ত হইয়া AB ও AC যোগ গঠন কবে। আবার মনে কর, A-এর ওজন, x -গ্রাম, B-এর ওজন y -গ্রাম এবং C-এর ওজন z -গ্রাম। সুতরাং y -গ্রাম B এবং z -গ্রাম C একই নির্দিষ্ট ওজনের x -গ্রাম A-এর সঙ্গে যুক্ত হয়। সূত্র অনুযায়ী B ও C যখন পরস্পরে যুক্ত হইয়া BC যোগ গঠন করে তখন y -গ্রাম B যুক্ত হয় z -গ্রাম C-র সঙ্গে, অথবা $n \times y$ গ্রাম B যুক্ত হয় $m \times z$ গ্রাম C-র সঙ্গে। [শেষোক্ত ক্ষেত্রে n ও m দুইটি সরল সংখ্যা]



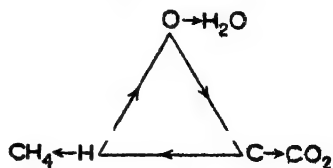
অর্থাৎ সূত্র অনুযায়ী B এবং C মৌলের ওজনের অনুপাত হইবে $B : C = y : z$ অথবা $n \times y : m \times z$

উদাহরণ 1 : মৌল হাইড্রোজেন (H), অক্সিজেন (O) এবং কার্বন (C) পরস্পরে সংযুক্ত হইয়া জল (H_2O), কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) এবং মিথেন অম্ল (CH_4) গঠন করে। যথা :

(i) হাইড্রোজেন (H) + অক্সিজেন (O) → জল (H_2O)

(ii) কার্বন (C) + অক্সিজেন (O)
→ কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)

(iii) হাইড্রোজেন (H) + কার্বন (C)
→ মিথেন (CH_4)



এই মৌল তিনটি কিরূপ ওজনে পরস্পরে মিলিত হয় তাহা বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় :

(i) 2 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 16 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে জল অণু (H_2O),

অথবা, 1 ভাগ ওজনের H , 8 ভাগ ওজনের O -এর সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে জল অণু,

(ii) 12 ভাগ ওজনের কার্বন 32 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু (CO_2);

অথবা, 3 ভাগ ওজনের C , 8 ভাগ ওজনের O -এর সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু,

(iii) আবার, 4 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 12 ভাগ ওজনের কার্বনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে মিথেন অণু (CH_4),

অথবা, 1 ভাগ ওজনের H , 3 ভাগ ওজনের C -এর সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে মিথেন অণু।

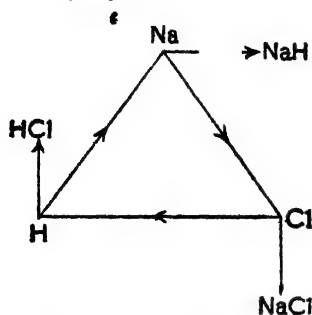
বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের ওজনের বিশ্লেষণে জানা যায় :

(ক) 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনকে নির্দিষ্ট ধরা হইলে দেখা যায় 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত হইয়া গঠন করে জল অণু (H_2O) এবং 3 ভাগ ওজনের কার্বন গঠন করে মিথেন অণু (CH_4)। সুতরাং সূত্র অনুযায়ী 3 ভাগ ওজনের কার্বন 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সঙ্গে যোগ গঠন করিবে। বার্থই দেখা যায়, কার্বন ডাই-অক্সাইড যোগে (CO_2) কার্বন ও অক্সিজেনের অনুপাত $C : O = 3 : 8$ ।

(খ) 3 ভাগ ওজনের কার্বনকে নির্দিষ্ট ধরা হইলে 3 ভাগ ওজনের কার্বনের সংকে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন অণু মিথেন (CH_4) এবং 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন যুক্ত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) অণু গঠন করে। সুতরাং সূত্র অনুযায়ী 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনের সঙ্গে যোগ গঠন করিবে। জলেব অণুতে (H_2O) বার্থই দেখা যায় যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত $H : O = 1 : 8$

(গ) 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেনকে নির্দিষ্ট ধরা হইলে ইহার সঙ্গে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন জল অণু (H_2O) এবং 3 ভাগ ওজনের কার্বন যুক্ত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু (CO_2) গঠন করে। সুতরাং সূত্র অনুযায়ী 3 ভাগ কার্বন ও 1 ভাগ হাইড্রোজেন যুক্ত হইয়া যোগ গঠন করিবে।

মিথেন যৌগে (CH_4) যথার্থই দেখা যায় যে কার্বন ও হাইড্রোজেনের অনুপাত
 $\text{C} : \text{H} = 3 : 1$



২. মৌলিক পদার্থ হাইড্রোজেন (H),
 সোডিয়াম (Na) এবং ক্লোরিন (Cl) পরস্পরে
 যুক্ত হইয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl),
 সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং
 সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH) যৌগ গঠন
 করে। পর পর হাইড্রোজেন, সোডিয়াম
 ও ক্লোরিনকে নির্দিষ্ট ওজনের মৌল ধরিয়া

কিভাবে বিভিন্ন যৌগ গঠনে মিথোহুঁপাত সূত্র প্রমাণ করা যায় তাহা দেখানো হইল।

নির্দিষ্ট ওজনের মৌল

মৌলের একাধিক যৌগ গঠন

(ক) হাইড্রোজেন

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl)

(1 ভাগ ওজন)

সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH)

মৌলের ভৌলিক অনুপাত

সম্ভাব্য যৌগে মৌলের অনুপাত

$\text{H} : \text{Cl} = 1 : 35.5$

$\text{Na} : \text{Cl} = 23 : 35.5$

$\text{H} : \text{Na} = 1 : 23$

সোডিয়াম ও ক্লোরিনের যৌগ সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) বিশ্লেষণে যথার্থই
 দেখা যায় যে সোডিয়াম ও ক্লোরিনের ভৌলিক অনুপাত $\text{Na} : \text{Cl} = 23 : 35.5$.

(খ) সোডিয়াম

সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl)

(23 ভাগ ওজন)

সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH)

মৌলের ভৌলিক অনুপাত

সম্ভাব্য যৌগে মৌলের অনুপাত

$\text{Na} : \text{Cl} = 23 : 35.5$

$\text{H} : \text{Cl} = 1 : 35.5$

$\text{Na} : \text{H} = 23 : 1$

হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের যৌগ হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) বিশ্লেষণে
 যথার্থই দেখা যায় যে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিনের ভৌলিক অনুপাত $\text{H} : \text{Cl} =$
 $1 : 35.5$.

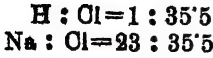
(গ) ক্লোরিন

হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl)

(35.5 ভাগ ওজন)

সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl)

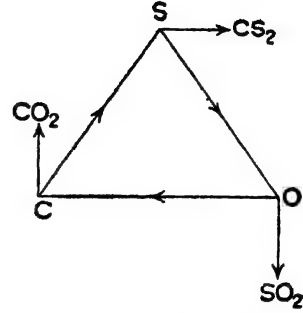
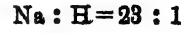
মৌলের ভৌতিক অনুপাত



সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন যৌগ
সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH) বিশ্লেষণে
বর্ষাৰ্ধই দেখা যায় যে সোডিয়াম ও
হাইড্রোজেনের ভৌতিক অনুপাত
 $\text{Na} : \text{H} = 23 : 1$

৩. কার্বন (C), সালফার (S) এবং
অক্সিজেন (O) পরস্পর যুক্ত হইয়া কার্বন
ডাই-সালফাইড (CS_2), কার্বন ডাই-
অক্সাইড (CO_2) এবং সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) গঠন করে। পরস্পর
কার্বন, সালফার ও অক্সিজেনকে নির্দিষ্ট ওজনের মৌল বহিরা কিতাবে বিভিন্ন যৌগ
গঠনে মিথোপপাত হইয়া প্রমাণ করা যায় নিচে তাহা দেখান হইল :

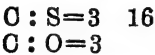
সম্ভাব্য যৌগে মৌলের অনুপাত



নির্দিষ্ট ওজনের মৌল
(ক) কার্বন
(3 ভাগ ওজনের)

মৌলের একাধিক যৌগ গঠন
কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2)
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)

মৌলের ভৌতিক অনুপাত



সম্ভাব্য যৌগে মৌলের অনুপাত

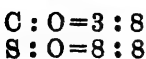


সালফার ও অক্সিজেনের যৌগ সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) বিশ্লেষণে দেখা
যায় যে সালফার ও অক্সিজেনের ভৌতিক অনুপাত $\text{S} : \text{O} = 8 : 8$; এইরূপ
অনুপাতকে অন্ততাবে লিখিলে $\text{S} : \text{O} = 8 : 8$ বা $16 : 16$ বা $16 : 2 \times 8$; এখানে
2 একটি সরল গুণিতক (simple multiple) ।

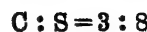
নির্দিষ্ট ওজনের মৌল
(খ) অক্সিজেন
(8 ভাগ ওজনের)

মৌলের একাধিক যৌগ গঠন
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)
সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)

মৌলের ভৌতিক অনুপাত



সম্ভাব্য যৌগে মৌলের অনুপাত



কার্বন ও সালফারের যৌগ কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2) বিশ্লেষণে দেখা যায়, কার্বন ও সালফারের ভৌলিক অনুপাত $C : S = 3 : 16$, অর্থাৎ, $C : S = 3 : (2) \times 8$; এখানে 2, সালফারের ওজনের একটি সরল গুণিতক।

নির্দিষ্ট ওজনের মৌল

(খ) সালফার

(16 ভাগ ওজন)

মৌলের একাধিক যৌগ গঠন

কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2)

সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)

মৌলের ভৌলিক

অনুপাত

$C : S = 3 : 16$

$C : S = 16 : 16$

সম্ভাব্য যৌগে

মৌলের অনুপাত

$C : O = 3 : 16$

অথবা $C : O = 3 : 2 \times 8$

কার্বন ও অক্সিজেনের যৌগ কার্বন ডাই-অক্সাইডের (CO_2) বিশ্লেষণে দেখা যায় কার্বন ও অক্সিজেনের ভৌলিক অনুপাত $C : O = 3 : 8$, এরূপ অনুপাতকে সম্ভাব্য যৌগ অনুযায়ী লিখিলে $C : O = 3 : 8 = 6 : 16 = (2) \times 3 : 16$ এখানে 2 কার্বনের ওজনের একটি সরল গুণিতক।

4. হাইড্রোজেন (H)—অক্সিজেন (O), কার্বন (C), সালফার (S), ক্লোরিন (Cl), সোডিয়াম (Na), ক্যালসিয়াম (Ca) ইত্যাদি মৌলের সঙ্গে বিভিন্ন যৌগ গঠন করে। এই যৌগগুলি বিশ্লেষণে দেখা যায় :

হাইড্রোজেনের যৌগ	যৌগে মৌলের ভৌলিক অনুপাত	হাইড্রোজেনের নির্দিষ্ট ওজন
জল (H_2O)	$H : O = 1 : 8$	1
মিথেন (CH_4)	$H : C = 1 : 3$	1
হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)	$H : S = 1 : 16$	1
হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl)	$H : Cl = 1 : 35.5$	1
সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH)	$H : Na = 1 : 23$	1
ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2)	$H : Ca = 1 : 20$	1

অক্সিজেন, কার্বন, সালফার, ক্লোরিন, সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ইত্যাদি মৌলগুলি নির্দিষ্ট 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে যৌগ গঠন করে যথাক্রমে 8, 3, 16, 35.5, 23 এবং 20 ভাগ ওজনের অনুপাতে। সুতরাং মিথোহুপাত সূত্রে অনুযায়ী এই মৌলগুলি যদি পরস্পরে যৌগ গঠনে সক্ষম হয় তাহা হইলে

রাসায়নিক তুল্যাংকভার

যে ওজনের অল্পপাতে ইহারা হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হয় ঠিক সেই ওজনের অল্পপাতে অথবা ইহাদের গুণিতকের অল্পপাতে পরস্পরে যৌগ গঠন করিবে।
নিম্নে লিখিত যৌগগুলি বিশ্লেষণে ইহাই প্রমাণিত হয়। যথা :

মৌলগুলির বিভিন্ন যৌগ	যৌগে মৌলের ভৌলিক অনুপাত	যৌগে মৌলের গুণিতক অনুপাত
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)	$\text{C} : \text{O} = 3 : 8$	...
কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2)	$\text{C} : \text{S} = 3 : 16$	...
সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)	$\text{S} : \text{O} = 16 : 16$	$16 : (2) \times 8$
সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl)	$\text{Na} : \text{Cl} = 23 : 35.5$	...
ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2)	$\text{Ca} : \text{Cl} = 20 : 35.5$	...
ক্যালসিয়াম সালফাইড (CaS)	$\text{Ca} : \text{S} = 20 : 16$	...
ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO)	$\text{Ca} : \text{O} = 20 : 8$	.
সোডিয়াম অক্সাইড (Na_2O)	$\text{Na} : \text{O} = 23 : 8$	...

তুল্যাংকভার বা যোজনভার (Equivalent or Combining weights)

মিথেনপাত স্বত্রেব উদাহরণগুলি বিশ্লেষণ কবিলে দেখা যায় যে 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে যে যে ওজনের বিভিন্ন মৌলগুলি যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন কবে ঠিক সেই সেই ওজনে (অথবা উহাদের গুণিতকের অল্পপাতে) সেই মৌলগুলি পরস্পরে যুক্ত হইয়া বিভিন্ন যৌগ গঠন করে। পরস্পরে যুক্ত হইবার এরূপ ওজনগুলি ঐ সকল মৌলের তুল্যাংকভার।

উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে, জলের অণুতে (H_2O) হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অল্পপাত তথা $\text{H} : \text{O} = 2 : 16 = 1 : 8$, হাইড্রোজেনের যোজ্যতা 1 এবং পাবমাণবিক ওজন 1, পক্ষান্তরে অক্সিজেনের যোজ্যতা 2 এবং পারমাণবিক ওজন 16, সুতরাং একাংশিক যোজ্যতার জন্ত হাইড্রোজেনের ওজন 1 এবং অক্সিজেনের ওজন 8, সেইরূপ মিথেন অণুতে (CH_4) কার্বন ও হাইড্রোজেনের অল্পপাত তথা $\text{C} : \text{H} = 12 : 4 = 3 : 1$, অর্থাৎ একাংশিক যোজ্যতার জন্ত হাইড্রোজেনের ওজন 1 এবং কার্বনের ওজন 3; সুতরাং দেখা যায় যে, একাংশিক যোজ্যতা অনুযায়ী 8 ভাগ ওজনের

অক্সিজেন 1 ভাগ হাইড্রোজেনের অস্থাপাতে যুক্ত হইয়া জল অণু এবং 3 ভাগ কার্বন 1 ভাগ হাইড্রোজেনের অস্থাপাতে মিথেন অণু গঠন করে।

যোজনকার বা তুল্যাংকভারের কল্পনা মিথোস্থাপাত সূত্রের প্রত্যক্ষ অবদান।
কিছু অস্থাপাতে বিভিন্ন মৌল পরস্পরে যুক্ত হইয়া যৌগ গঠন করে তাহা নির্দেশ করে তুল্যাংকভার বা যোজনভার।

বিভিন্ন মৌলের যোজ্যতা ও পারমাণবিক ওজন বিভিন্ন। একাংশিক যোজ্যতার জ্ঞান বিভিন্ন মৌলের ওজনেব যে তুলনামূলক বিভিন্ন সংখ্যা পাওয়া যায় তাহাই বিভিন্ন মৌলের তুল্যাংকভার বা ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট। অর্থাৎ ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েটের অর্থ একাংশিক যোজ্যতানুযায়ী মৌলের ওজন। তুল্যাংকভারের এই তাৎপর্য সাধারণ ভাবে লেখা যায় :

← যোজনভার বা তুল্যাংকভার = $\frac{\text{মৌলের পারমাণবিক ওজন}}{\text{যোজ্যতা}}$, যথা :

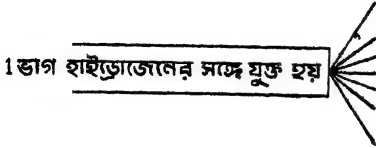
মৌল	তুল্যাংকভার	মৌল	তুল্যাংকভার
হাইড্রোজেন (H)	$\frac{1}{1} = 1$	অক্সিজেন (O)	$\frac{16}{2} = 8$
ক্লোরিন (Cl)	$\frac{35.5}{1} = 35.5$	সোডিয়াম (Na)	$\frac{23}{1} = 23$
ক্যালসিয়াম (Ca)	$\frac{40}{2} = 20$	ম্যাগনেসিয়াম (Mg)	$\frac{24}{2} = 12$
অ্যালুমিনিয়াম (Al)	$\frac{27}{3} = 9$	কার্বন (C)	$\frac{12}{4} = 3$

তুল্যাংকভার বা যোজনভারের (Equivalent or Combining weights) সংজ্ঞা : প্রায় সমস্ত মৌলই হাইড্রোজেন, অক্সিজেন বা ক্লোরিনের সঙ্গে যৌগ গঠন করে। একাংশিক যোজ্যতার জ্ঞান এই মৌল তিনটির ওজন যথাক্রমে 1 (সঠিক 1.008), 8 এবং 35.5; সুতরাং ব্যবহারিক নির্ণয়ের সুবিধার জ্ঞান তুল্যাংকভারের সংজ্ঞা নির্দেশ করিয়া বলা হয় :

1 ভাগ (সঠিক 1.008 ভাগ) ওজনের হাইড্রোজেন বা 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন অথবা 35.5 ভাগ ওজনের ক্লোরিন যত ভাগ ওজনের কোন মৌলের সঙ্গে যুক্ত হয় অথবা ইহাকে প্রতিস্থাপিত করে, মৌলের সেই ওজন-সংখ্যাকে ইহার তুল্যাংকভার বা যোজন-ভার অথবা ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট বা ক্যাম্বাইনিং ওয়েট বলা হয়।

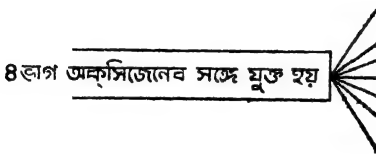
1 ভাগ হাইড্রোজেন অথবা 8 ভাগ অক্সিজেন বা 35.5 ভাগ ক্লোরিনের সঙ্গে ক্লোরিন ওজনে বিভিন্ন যৌগ যুক্ত হয়, বিভিন্ন যৌগের তৌলিক বিশ্লেষণে তাহা জানা যায়। যথা :

(i) হাইড্রোজেনের বিভিন্ন যৌগের তৌলিক বিশ্লেষণে দেখা যায় :



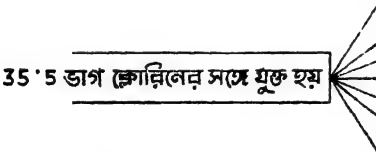
- (i) 8 ভাগ O : যৌগ H_2O
- (ii) 28 ভাগ Na : যৌগ NaH
- (iii) 20 ভাগ Ca : যৌগ CaH_2
- (iv) 85.5 ভাগ Cl : যৌগ HCl
- (v) 127 ভাগ I : যৌগ HI
- (vi) 16 ভাগ S : যৌগ H_2S
- (vii) 8 ভাগ C : যৌগ CH_4

(ii) অক্সিজেনের বিভিন্ন যৌগের তৌলিক বিশ্লেষণে দেখা যায় :



- (i) 1 ভাগ H : যৌগ H_2O
- (ii) 30 ভাগ Ca : যৌগ CaO
- (iii) 12 ভাগ Mg : যৌগ MgO
- (iv) 82.6 ভাগ Zn : যৌগ ZnO
- (v) 8 ভাগ C : যৌগ CO_2

(iii) ক্লোরিনের বিভিন্ন যৌগের তৌলিক বিশ্লেষণে দেখা যায় :



- (i) 1 ভাগ H : যৌগ HCl
- (ii) 12 ভাগ Mg : যৌগ $MgCl_2$
- (iii) 20 ভাগ Ca : যৌগ $CaCl_2$
- (iv) 9 ভাগ Al : যৌগ $AlCl_3$

হুডরাং, সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, জিংক, কার্বন, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদির তুল্যাংকভাব যথাক্রমে 23, 20, 127, 12, 32.6, 3, 9 ইত্যাদি।

তুল্যাংকভার ও গ্রাম তুল্যাংকভার (Equivalent and Gram-Equivalent weight) : পারমাণবিক ওজন একটি তুলনামূলক সংখ্যা মাত্র। অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 এবং ম্যাগনেসিয়ামের 24 ; ইহার অর্থ—একটি অক্সিজেন পরমাণু একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর তুলনায় 16 গুণ ভারী এবং একটি ম্যাগনেসিয়াম পরমাণু 24 গুণ ভারী। সেইরূপ

তুল্যাংকভাবও একটি তুলনামূলক সংখ্যা মাত্র। যথা : হাইড্রোজেন, অক্সিজেন বা ক্যালসিয়ামের তুল্যাংকভাব যথাক্রমে 1, 8 এবং 20।

গ্রাম হিসাবে লিখিতে হইলে তুল্যাংকভারকে বলা হয় গ্রাম তুল্যাংক। যথা : হাইড্রোজেন, অক্সিজেন বা ক্যালসিয়ামের গ্রাম তুল্যাংকভার যথাক্রমে 1 গ্রাম, 8 গ্রাম এবং 20 গ্রাম।

একই মোলের একাধিক তুল্যাংকভার (Variable Equivalent weights of an Element) : যে সমস্ত মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা বা ভ্যালেন্সী একাধিক তাহাদের তুল্যাংকভারও একাধিক। যখন কোন মৌল অপব বোন মৌলের সঙ্গে একাধিক যৌগ গঠন কবে তখন সেই মৌলের তুল্যাংকভাব হয় বিভিন্ন। একপ বিভিন্ন যৌগে মৌলের তৌলিক অনুপাত নির্ণয় কবিয়া মৌলের পবিবর্তনক্ষম বা একাধিক তুল্যাংকভাব স্থিব কবা যায়। যথা :

মৌলের একাধিক যৌগ	মৌলের তৌলিক অনুপাত	মৌলের একাধিক তুল্যাংকভার
কিউপ্রাস ক্লোরাইড (CuCl)	$\text{Cu} : \text{Cl} = 63.5 : 35.5$	$\text{Cu} = 63.5$
কিউপ্রিক ক্লোরাইড (CuCl_2)	$\text{Cu} : \text{Cl} = 31.75 : 35.5$	$\text{Cu} = 31.75$
কার্বন মনোক্সাইড (CO)	$\text{C} : \text{O} = 6 : 8$	$\text{C} = 6$
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)	$\text{C} : \text{O} = 3 : 8$	$\text{C} = 3$
নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O)	$\text{N} : \text{O} = 14 : 8$	$\text{N} = 14$
নাইট্রিক অক্সাইড (NO)	$\text{N} : \text{O} = 7 : 8$	$\text{N} = 7$
নাইট্রোজেন টাই-অক্সাইড (N_2O_3)	$\text{N} : \text{O} = 4.6 : 8$	$\text{N} = 4.6$
নাইট্রোজেন টেট্রা-অক্সাইড (N_2O_4)	$\text{N} : \text{O} = 3.5 : 8$	$\text{N} = 3.5$
নাইট্রোজেন পেন্টা-অক্সাইড (N_2O_5)	$\text{N} : \text{O} = 2.8 : 8$	$\text{N} = 2.8$

v.

মূলকের তুল্যাংকভার (Equivalent weights of Radicals) :
মৌলের তুল্যাংকভাবের সাহায্যে সহজেই মূলকের তুল্যাংকভাব নির্ণয় কবা যায়। 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন বা 8 ভাগ ওজনের অক্সিজেন

অথবা 35.5 ভাগ ওজনের ক্লোরিনের সঙ্গে যত ভাগ "ওজনের মূলক (radical) যুক্ত হয় তাহাই সেই মূলকের তুল্যাংকভাব। যথা :

যৌগ	ভৌলিক অনুপাতে গঠন	মূলকের তুল্যাংকভাব
HNO ₃	H : NO ₃ = 1 : 62	NO ₃ = 62
H ₂ SO ₄	H : SO ₄ = 1 : 48	SO ₄ = 48
NH ₄ Cl	NH ₄ : Cl = 18 : 35.5	NH ₄ = 18

[অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণের তুল্যাংকভাবের সংজ্ঞা অস্বীকারিতা ও ক্ষারমিতি অধ্যায়ে দ্রষ্টব্য।]

যোজনভাব বা তুল্যাংকভাব সূত্র (Law of Combining or Equivalent weights) : মিথোহুপাত সূত্রটিকে তুল্যাংকভাব বা যোজনভাব অনুযায়ী বিকল্প প্রণালীতে বর্ণনা কবিয়া বলা যায় :

বিভিন্ন মৌল নিজেদের তুল্যাংকভাব বা যোজনভাবের অনুপাতে পরস্পরে মিলিত হইয়া যৌগ গঠন করে।

যে কোন যৌগ বিশ্লেষণ কবিলে দেখা যায় যে উপাদানের তুল্যাংকভাবের অনুপাতে যৌগটি গঠিত। স্তববাং সাধাবণভাবে বলা যায়, উপাদানের তুল্যাংকভাবের অনুপাতে যে-কোন যৌগ গঠিত হয়। যথা :

বিভিন্ন যৌগ	উপাদানের ভৌলিক অনুপাত	উপাদানের তুল্যাংকভাব
NaCl	Na : Cl = 23 : 35.5	Na = 23, Cl = 35.5
MgO	Mg : O = 12 : 8	Mg = 12, O = 8
CaCO ₃	Ca : CO ₃ = 20 : 30	Ca = 20, CO ₃ = 30
CH ₄	C : H = 3 : 1	C = 3, H = 1

পারমাণবিক ওজন ও তুল্যাংকভাব (Atomic weight and Equivalent weight) : কোন মৌলের যোজ্যতা জানা থাকিলে উহাব তুল্যাংকভাব নির্ণয় কবিয়া সহজেই মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয় করা যায়।

যথা : মৌলের তুল্যাংকভাব = $\frac{\text{মৌলের পারমাণবিক ওজন}}{\text{মৌলের যোজ্যতা}}$

∴ মৌলের পারমাণবিক ওজন = মৌলের তুল্যাংকভাব × মৌলের যোজ্যতা

মৌলের তুল্যাংকভাব	মৌলের যোজ্যতা	মৌলের পারমাণবিক ওজন
Mg = 12	2	Mg = 2 × 12 = 24
Al = 9	3	Al = 9 × 3 = 27
Ca = 20	2	Ca = 2 × 20 = 40

মৌলের তুল্যাংকভাব নির্ণয়

(Determination of Equivalent Weights)

নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে ধাতু (metal) ও অধাতুর (non metal) তুল্যাংকভাব নির্ণয় করা হয়।

1. ধাতব মৌলের তুল্যাংকভাব নির্ণয়ের পদ্ধতি :

- (i) অ্যাসিড, ক্ষাব ও জল হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিয়া ,
- (ii) ধাতুকে, অক্সাইড যোগে জারিত বা অক্সাইড যোগকে ধাতুতে বিজারিত করিয়া ,
- (iii) ক্লোবাইড যোগ গঠন অথবা ক্লোবাইড যোগ হইতে ক্লোবিন বিযুক্ত করিয়া ,
- (iv) ধাতু দ্বারা ধাতু প্রতিস্থাপিত করিয়া ,
- (v) তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাংকভাব নির্ণয় করিয়া , [তড়িৎ বিশ্লেষণ অধ্যায় দ্রষ্টব্য]
- (vi) অ্যাসিড ও ক্ষাবের প্রশমন পদ্ধতি প্রয়োগ করিয়া । [অল্পমিতি ও ক্ষবমিতি অধ্যায় দ্রষ্টব্য]

2. অধাতব মৌলের তুল্যাংকভাব :

- (i) অধাতব মৌলের সঙ্গে হাইড্রোজেন সংযোজন বা বিয়োজন পদ্ধতিতে ,
- (ii) অধাতব মৌলের অক্সাইড যোগ গঠন পদ্ধতিতে ,
- (iii) অধাতব মৌলের ক্লোবাইড গঠন পদ্ধতিতে ।

1. অধাতুর তুল্যাংকভাব নির্ণয়

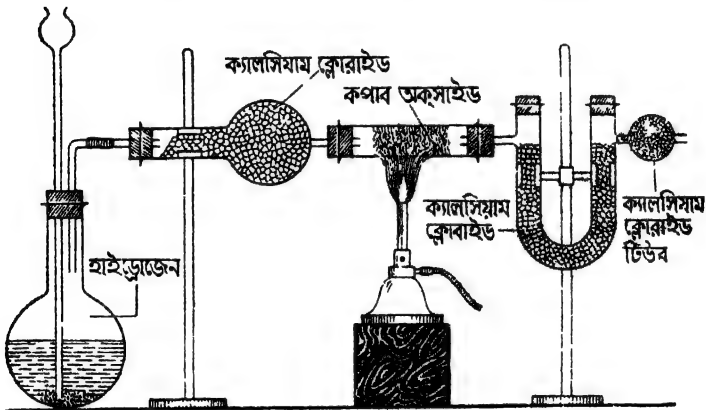
(Equivalent wt. of Non-metal)

1. অক্সাইডের গঠন পদ্ধতি (Formation of oxides) : তপ্ত কপার অক্সাইডের উপরে হাইড্রোজেন চালাইয়া বিজ্ঞানী ডুমা (Duma) হাইড্রোজেন অক্সাইড, তথা জল তৈরী করেন এবং জল কত ভাগ হাইড্রোজেন ও কত ভাগ অক্সিজেন দ্বারা গঠিত তাহাও নির্ণয় করেন [প্রা. ব — ১ম খণ্ড দ্রষ্টব্য]। বিষুদ্ধ অক্সিজেনের মধ্যে কার্বন দগ্ধ করিয়া তিনি কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী করেন এবং এইভাবে কত ভাগ অক্সিজেনের সঙ্গে কত ভাগ কার্বন যুক্ত হয় তাহাও নির্ণয় করেন। ডুমার পদ্ধতি অনুযায়ী জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের ভৌলিক গঠনের (gravimetric or composition by weight) পরীক্ষা সরলভাবে পুনরাবৃত্তি করিয়া অক্সিজেন ও কার্বনের তুল্যাংকভাব নির্ণয় করা যায়।

(1) অক্সিজেনের তুল্যাংকভার (Equivalent wt. of oxygen)

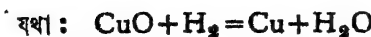
পরীক্ষা (Expt.): একটি কাচের দহন-নল (combustion tube) লও

ইহার মধ্যে অল্প পরিমাণে কালো কপার অক্সাইড (CuO) ভর। কপার অক্সাইড-সহ নলটির ওজন লও। গলিত (fused) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-ভরা একটি U-নলের ওজন লও এবং ইহা দহন-নলের ডান পাশে ফিট কব। ইহাব ডানপাশে বায়ুর বাষ্প প্রবেশের পথ বন্ধ করার জন্ত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড- (fused) ভরা আরেকটি 'রক্ষক-নল (guard tube) বিনা ওজনে ফিট কর। দহন নলের বাম পাশে ওজন না কবিয়া হাইড্রোজেনে মিশ্রিত বাষ্প শোষণের উদ্দেশ্যে আবেকটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-ভরা বালব্ ফিট কব। এখন দহন নলে বাম পাশ হইতে বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন চালাও। প্রথমে দহন-নলের বায়ু অপসারিত করিয়া নলটি হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বারা পূর্ণ কব। তাবপরে একদিকে দহন-নলের মধ্যে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ হাইড্রোজেন



অক্সিজেনের তুল্যাংকভার নির্ণয়ের পরীক্ষা

গ্যাস চালাইয়া যাও এবং অপর দিকে দহন-নলটি দহন-চুল্লীর (combustion burner) উচ্চ তাপে উত্তপ্ত কর। হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2) উত্তপ্ত কপার অক্সাইডকে (CuO) বিজারিত করিয়া ধাতব কপার (Cu) ও জল (H_2O) তৈরী কবে।



U-নলের ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড এই সত্তা উৎপন্ন জলীয় বাষ্প (H_2O) শোষণ করে। কপার অক্সাইডকে সম্পূর্ণভাবে ধাতব কপার রূপে বিজারিত

করার পবে হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস ঢালাইয়া দহন-নলটি ঠাণ্ডা কর এবং ইহার ওজন লও। উভয় ওজন স্থির না হওয়া পর্যন্ত পরীক্ষার পুনরাবৃত্তি করিতে হইবে। এখন নিম্নরূপে অক্সিজেনের তুল্যাংকভাব গণনা কর :

পরীক্ষার আগে $CuO +$ দহন-নলের যুক্ত ওজন $= W_1$ গ্রাম

পরীক্ষার পবে $Cu +$ দহন-নলের যুক্ত ওজন $= W_3$ গ্রাম

\therefore অক্সিজেনের ওজন $= (W_1 - W_3)$ গ্রাম

পরীক্ষার আগে U -নলের ওজন $= W_2$ গ্রাম

পরীক্ষার পবে জল $+ U$ নলের ওজন $= W_4$ গ্রাম

\therefore জলের (H_2O) ওজন $= (W_4 - W_2)$ গ্রাম

জলের ওজন হইতে অক্সিজেনের ওজন বাদ দিলে হাইড্রোজেনের ওজন পাওয়া যাইবে $= [(W_4 - W_2) - (W_1 - W_3)]$ গ্রাম,

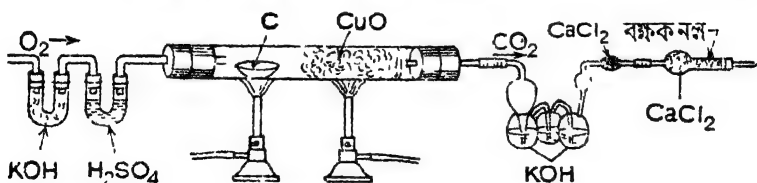
সুতরাং অক্সিজেনের তুল্যাংকভাব

$$= \frac{\text{অক্সিজেনের ওজন}}{\text{হাইড্রোজেনের ওজন}} = \frac{(W_1 - W_3)}{(W_4 - W_2) - (W_1 - W_3)}$$

বাস্তব পরীক্ষায় দেখা যায়, হাইড্রোজেনের পাবমানবিক ওজন 1.008 দ্বিঘাটেই অল্পপাতে অক্সিজেনের তুল্যাংকভাব $= 8$

(11) কার্বনের তুল্যাংকভাবের পরীক্ষা (Eq. wt. of Carbon)

একটি খালি পোরসেলিন কোম্ব বা বোট (boat) ওজন কব। কোম্বের অল্প পরিমাণ শুষ্ক ও বিশুদ্ধ চিনির অঙ্গার বা শর্করা চারকোল (sugar



কার্বনের তুল্যাংকভাবের নির্ণয়ের পরীক্ষা

charcoal) লও এবং কোম্বটি আবার ওজন কর। কোম্বটি একটি দহন-নলের মধ্যে ভর। দহন-নলের ডান পাশে কিছু শুষ্ক ও বিশুদ্ধ কপার অক্সাইড (CuO) ভর। ঘন কষ্টিক পটাস (KOH) দ্রবণ-ভরা একটি পটাস বালব বা সোডালাইম-ভরা U -নল লও এবং ইহার ডান পাশে একটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-ভরা নল ফিট কব। পটাস বালব ও $CaCl_2$ -নলের যুক্ত ওজন লও।

বালবের ও নলের ডান মুখে গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-ভরা আরেকটি রক্ষক-নল (guard tube) ফিট কর। ইহাদেব একত্রে এখন দহন-নলের ডান পাশে ফিট কর। দহন-নলের বাম পাশে পত্রপত্র কঠিক পটাস (KOH) এবং ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4)-ভরা অপর দুইটি U-নল ফিট কর। অক্সিজেনের সঙ্গে দহন-নলে যাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড বা জলীয় বাষ্প প্রবেশ করিতে না পারে সেজ্জ্ব ইহা প্রতিরোধকরূপে ব্যবহাব কর হয়। কঠিক পটাস ভরা U-নল কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড-ভরা নল জলীয় বাষ্প শুষ্কায় লয়। দহন-নলে তাই শুধু অক্সিজেন প্রবেশ কবে।

এখন প্রথমে কপার অক্সাইড উত্তপ্ত কব এবং বাম দিক হইতে দহন-নলে শুষ্ক ও বিশুদ্ধ অক্সিজেন ঢালাও এবং দহন নলটি বাম দিক হইতে ধীবে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত কর।

অক্সিজেন দহন-নলের মধ্যে বোটে বক্ষিত কার্বনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে পরিণত কবে। যথা : $C + O_2 = CO_2$, অক্সিজেনের স্বল্প তাহেতু যদি আংশিক পরিমাণে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস তৈরী হয়, তাহা হইলে সেই গ্যাস (CO) তপ্ত কপার অক্সাইডের (CuO) ভিতর দিয়া প্রবাহিত হওয়ার সময় কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



দহন-নলে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) নল হইতে বাহির হইয়া পটাস বাল্বে প্রবেশ করে এবং বালবের কঠিক পটাস দ্রবণ সমগ্র কার্বন ডাই-অক্সাইড শুষ্কায় নেয়।

পটাস বাল্বে ডানপাশে একটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড-ভরা টিউব সংযোগ কবিত্তে হয় পটাস-বালব হইতে উৎক্ষিপ্ত বাষ্প শোষণের জ্ঞ। পটাস বাল্বে যাহাতে বায়ুর জলীয় বাষ্প প্রবেশ করিতে না পারে তজ্জ্ঞ ডান পাশে আবও একটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড পূর্ণ রক্ষক-নল-ফিট করা থাকে।

পরীক্ষার পরে পটাস বাল্বে ও $CaCl_2$ নলের ওজন লও। ওজন স্থির না হওয়া পর্যন্ত পরীক্ষার পুনরাবৃত্তি করা হয়। গণনা অঙ্করূপ :

পরীক্ষার আগে খালি কোশের ওজন = W_1 গ্রাম

পরীক্ষার আগে কোশ + কার্বনের ওজন = W_2 গ্রাম

∴ কার্বনের ওজন = $(W_2 - W_1)$ গ্রাম

পরীক্ষার আগে পটাস বাল্ব ও CaCl_2 -নলের ওজন = W_3 গ্রাম

পরীক্ষার পরে পটাস বাল্ব ও CaCl_2 -নলের + CO_2 -এর যুক্ত ওজন
= W_4 গ্রাম

∴ কার্বন ডাই অক্সাইডের (CO_2) ওজন = $(W_4 - W_3)$ গ্রাম

কার্বন ডাই-অক্সাইডের (CO_2) ওজন হইতে কার্বনের (C) ওজন বাদ দিলে অক্সিজেনের ওজন পাওয়া যায়। সুতরাং অক্সিজেনের ওজন = $(W_4 - W_3) - (W_2 - W_1)$ গ্রাম।

অর্থাৎ $(W_4 - W_3) - (W_2 - W_1)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $(W_2 - W_1)$ গ্রাম কার্বনের সঙ্গে। সুতরাং, 8 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় :

$$\frac{(W_2 - W_1) \times 8}{(W_4 - W_3) - (W_2 - W_1)} \text{ গ্রাম কার্বনের সঙ্গে}$$

$$\text{অতএব কার্বনের তুল্যাংকভাব} = \frac{(W_2 - W_1) \times 8}{(W_4 - W_3) - (W_2 - W_1)}$$

বাস্তব পরীক্ষায় দেখা যায় কার্বনের তুল্যাংকভাব = 3

[পরীক্ষায় সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ কার্বন লওয়া হয় বলিয়া সমস্ত কার্বন দগ্ধ হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইবে। যদি কোণে কোন ভস্ম থাকে তবে পরীক্ষার আগেই কোণ ও কার্বনের যুক্ত ওজন হইতে কোণ ও ভস্মের যুক্ত ওজন বাদ দিয়া কার্বনের ওজন বাহির কবিত হইবে।]

গণনা : (1) 1.2 gms of carbon when burnt forms 4.4 gms of carbon dioxide. What is the equivalent wt. of carbon ?

কার্বনে (C) ওজন = 1.2 গ্রাম

কার্বনের ডাই-অক্সাইডের (CO_2) ওজন = 4.4 গ্রাম

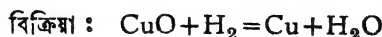
∴ অক্সিজেনের ওজন = $4.4 - 1.2 = 3.2$ গ্রাম

অর্থাৎ 3.2 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 1.2 গ্রাম কার্বনের সঙ্গে

∴ 8 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $\frac{1.2 \times 8}{3.2} = 3$ গ্রাম কার্বনের সঙ্গে

অর্থাৎ, কার্বনের তুল্যাংকভাব = 3

(ii) '36 gms of water is formed by passing dry hydrogen on 1'58 gms of heated copper oxide when 1'26 gms of copper is left after the experiment. Calculate the equivalent weights of copper and oxygen.



কপার অক্সাইডের ওজন = 1'58 গ্রাম ; কপারের ওজন = 1'26 গ্রাম

∴ অক্সিজেনের ওজন = 1'58 - 1'26 = '32 গ্রাম

এই অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া জল গঠন করে = '36 গ্রাম

সুতরাং হাইড্রোজেনের ওজন = ('36 - '32) = '04 গ্রাম

অর্থাৎ, '04 গ্রাম হাইড্রোজেন (H_2) যুক্ত হয় '32 গ্রাম অক্সিজেনের (O_2) সঙ্গে।

সুতরাং 1 গ্রাম হাইড্রোজেন যুক্ত হয় $\frac{32}{04} = 8$ গ্রাম অক্সিজেনের সঙ্গে

∴ অক্সিজেনে তুল্যাংকভাব = 8

আবার, '32 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 1'26 গ্রাম কপারের সঙ্গে

সুতরাং 8 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $\frac{1'26}{32} \times 8 = 31'5$ গ্রাম কপারের সঙ্গে

∴ কপারের তুল্যাংকভাব = 31'5

II. ধাতুর তুল্যাংকভার

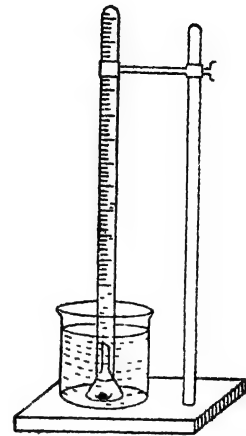
[Equivalent weights of Metal]

2. হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন পদ্ধতি (Hydrogen displacement method) : ধাতু ব সঙ্গে লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডের (HCl বা H_2SO_4) বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস তৈরী করা যায়। N. T. P-তে 1 c c. হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন = '00009 গ্রাম। ধাতু ব সাহায্যে অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস উৎপন্ন করিয়া ইহা ব আয়তন মাপা যায় এবং এই আয়তন N. T. P-তে কত হইবে তাহাও সংযুক্ত গ্যাসমাত্র প্রয়োগ করিয়া নির্ণয় করা যায়। এইভাবে কি পরিমাণ ওজনের ধাতু কত পরিমাণ ওজন হাইড্রোজেন তৈরী কবে তাহা নির্ণয় করিয়া ধাতু ব তুল্যাংক স্থির করা যায়। যথা :

$$\text{ধাতুর তুল্যাংক} = \frac{\text{ধাতুর ওজন}}{\text{ধাতু কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

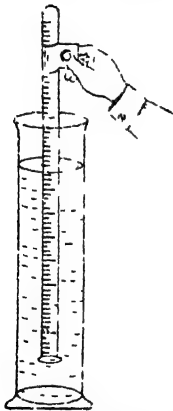
পরীক্ষা : একটি ওয়াচ গ্লাসে '08 গ্রামের কাছাকাছি ওজনের বিশুদ্ধ জিংক ওজন কব। এই জিংক একটি বীকারে রাখিয়া একটি ফানেল

উপুড করিয়া ইহা ঢাকিয়া দাও। ফানেলের নলেব মুখ পর্যন্ত ডুবাইয়া বীকাবটি জলে পূর্ণ কর। একমুখ বন্ধ এবং আয়তন-চিহ্ন লিখিত একটি অংশাক্তিত তথা গ্র্যাডুয়েটেড টিউবে (graduated tube) জল ভব এবং জল-ভবা অংশাক্তিত নলটি উপুড কবিয়া ধাবকের সাহায্যে জলে-ডোবা ফানেলের নলেব উপরে বসাইয়া দাও।



হাইড্রোজেন উৎপাদন

এখন বীকাবেব জলে ধীবে ধীবে সাল-ফিউবিক অ্যাসিড ঢাল। প্রথমে বিশুদ্ধ জিংকেব সঙ্গে সালফিউবিক অ্যাসিডেব কোন বিক্রিয়া হইবে না। বীকাবে কয়েক ফোঁটা কপার সালফেট দ্রবণ ফেল। ইহাব ফলে সালফিউবিক অ্যাসিড ও



জিংকেব মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিবে এবং ফানেলেব নীচে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া তাহা অংশাক্তিত নলে জমা হইবে। [বিক্রিয়া : $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4$]। হাইড্রোজেন উৎপাদন সম্পূর্ণ হইলে বডো আঙ্গুলেব পাতে অংশাক্তিত নলেব খোলা মুখটি বন্ধ কবিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস-ভবা নলটি একটি জল-ভবা জাবেব মধ্যে বাথ এবং অংশাক্তিত নলের জল এবং বীকাবেব জল এক সমতল (same level) কব। এই অবস্থায় হাইড্রোজেন গ্যাসেব আয়তন মাপ। [অংশাক্তিত

উৎপন্ন গ্যাসেব আয়তন নির্ণয় নলেব ভিতরেব ও বাহিবেব জল এক সমতল না হইলে গ্যাসেব আয়তন মাপা ঠিক হইবে না। অংশাক্তিত নলটি হাত দিয়া না ধবিয়া ভাঁজকবা কাগজ দিয়া জড়াইয়া ধবা উচিত। অন্তত্বায় হাতেব গবমে হাইড্রোজেন গ্যাসেব আয়তন বৃদ্ধি পাইবে।] এখন পবীক্ষাগাবেব দেয়ালে সংলগ্ন থার্মোমিটার ও ব্যারোমিটার দেখিয়া ঘবেব তাপাংক ও বায়ুর চাপ লিখিয়া লও। পবীক্ষার পবে এইভাবে জিংকেব তুল্যাংকভার নির্ণয় কর :

মনে কর, জিংকের ওজন = W গ্রাম, হাইড্রোজেনের আয়তন = V c.c.

পরীক্ষাগারের উষ্ণতা = $t^{\circ}\text{C}$, বায়ুর চাপ = P মিলিমিটার, $t^{\circ}\text{C}$ তাপাংকে
জলীয় বাষ্পের চাপ = f মিলিমিটার।

জলের উপরে সংগৃহীত হওয়ার ফলে হাইড্রোজেন গ্যাসের সঙ্গে কিছু জলীয়
বাষ্পও মিশ্রিত থাকে। তাই, অংশাক্ত নলে সংগৃহীত গ্যাসের চাপ =
হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ + জলীয় বাষ্পের চাপ (f)। এই যুক্ত চাপ বায়ুর
চাপের (P) সমান,

অর্থাৎ, হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ + $f = P$,

সুতরাং শুষ্ক হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ

= বায়ুর চাপ - জলীয় বাষ্পের চাপ = $(P - f)$ মিলিমিটার

$(P - f)$ মিলিমিটার চাপে এবং $t^{\circ}\text{C}$ উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন = V c.c. ;
এই V c.c. হাইড্রোজেন গ্যাস $N. T. P.$ অর্থাৎ, প্রমাণ চাপ ও তাপাংকে
(0°C ও 760 mm.) বয়েল ও চার্লসের সংযুক্ত গ্যাস-সূত্র অনুযায়ী যদি হয়
 V_1 c.c., তবে :

$$\frac{V(P-f)}{t+273} = \frac{V_1 \times 760}{273+0}, \text{ অর্থাৎ } V_1 = \frac{V(P-f) \times 273}{760(t+273)} \text{ c. c.}$$

$$V_1 \text{ c.c. হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন} = \frac{V(P-f) \times 273}{760(t+273)} \times 0.00009 \text{ গ্রাম}$$

[কাবণ, $N. T. P.$ -তে 1 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন = 0.00009 গ্রাম]

$$\therefore \text{জিংকের তুল্যাংকভার} = \frac{\text{জিংকের ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন}}$$

$$= \frac{W}{V_1 \times 0.00009} = \frac{W \times 760(t+273)}{V(P-f) \times 273 \times 0.00009}$$

হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন-পন্থায় ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের
তুল্যাংকভারও নির্ণয় করা যায়। এই পন্থায় টিন ও অ্যালুমিনিয়ামের তুল্যাংক-
ভার নির্ণয়ের পবীক্ষায় সালফিউরিক অ্যাসিডের পরিবর্তে হাইড্রোক্লোরিক
অ্যাসিড ব্যবহার করিতে হয়। একমাত্র জিংক ছাড়া অন্য কোন ধাতুর তুল্যাংক
নির্ণয় পবীক্ষায় কপার সালফেট মিশাইবাব প্রয়োজন নাই। এরূপভাবে তুল্যাংক-
ভার নির্ণয়ের ক্ষেত্রে ধাতু লইতে হয় অল্প পরিমাণে। কাবণ, ধাতুর পরিমাণ
বেশী হইলে নির্গত হাইড্রোজেন গ্যাসের পরিমাণ বেশি হইয়া অংশাক্ত নল
হইতে বাহিব হইয়া পড়িবে।

গণনা :

(1) 30 c.c. of hydrogen is produced at N. T. P. by the action of hydrochloric acid on 0.15 gm of a metal. Find the equivalent weight of the metal.

N. T. P.-তে 30 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন = (30×0.00009) গ্রাম

অর্থাৎ,

(30×0.00009) গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করার জন্য প্রয়োজন 0.15 গ্রাম ধাতু

$$\text{সুতরাং 1 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করার জন্য প্রয়োজন} = \frac{0.15}{30 \times 0.00009} = 55.5 \text{ গ্রাম ধাতু}$$

অতএব ধাতুটির তুল্যাংকভার = 55.5

(2) 218.2 c.c of hydrogen is produced at 17°C temp. and 754.5 mm pressure by the action of HCl on 0.218 gms of magnesium. The volume of gas produced is collected in a jar by displacement of water. Pressure of water vapour is 14.4 mm at 17°C. Find the equivalent weight of magnesium.

হাইড্রোজেনের চাপ = $(P - f) = 754.5 - 14.4 = 740.1 \text{ mm.}$

17°C তাপাংক ও 740.1 mm চাপে হাইড্রোজেনের আয়তন = 218.2 c.c.

সুতরাং N. T. P অর্থাৎ 0°C ও 760 mm চাপে 218.2 c.c. গ্যাসের আয়তন যদি হয় V c.c, তবে বয়েল ও চার্লসের সংযুক্ত সূত্র অনুযায়ী V c.c. হইবে :

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}, \text{ অর্থাৎ, } \frac{V \times 760}{273} = \frac{218.2 \times 740.1}{17 + 273}$$

$$\text{অথবা, } V = \frac{218.2 \times 740.1 \times 273}{760 \times 290} = 200 \text{ c.c.}$$

N. T. P -তে 200 c.c. হাইড্রোজেনের ওজন = (200×0.00009) গ্রাম

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং, ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকভার} &= \frac{\text{ম্যাগনেসিয়ামের ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত হাইড্রোজেনের ওজন}} \\ &= \frac{0.218}{200 \times 0.00009} = 12.12 \end{aligned}$$

3. জারন ও বিজারন পদ্ধতি (Oxidation and Reduction method)

জারণের সাধাবণ অর্থ কোন ধাতু সঙ্গে অক্সিজেনেব সংযোজন এবং বিজারণের সাধাবণ অর্থ ধাতু অক্সাইড হইতে অক্সিজেন বিয়োজন বা অপসাৰণ। সুতবাং জারণ বা বিজারণ পন্থায় একটি ধাতু কত পরিমাণ অক্সিজেনেব সঙ্গে যুক্ত বা বিযুক্ত হয় তাহা স্থির কবিয়া ধাতু তুল্যাংক নির্ণয় কবা যায়। কাবণ, ৪ ভাগ ওজনেব অক্সিজেনেব সঙ্গে যে পবিমাণে ধাতু যুক্ত বা বিযুক্ত হয় তাহাই সেই ধাতু তুল্যাংক।

জারণ পদ্ধতি (Oxidation method) :

(১) ম্যাগনেসিয়ামের তুল্যাংকভার (Eq. wt. of magnesium) :
ঢাকনী সহ একটি শুক মুছিব ওজন লও। মুছিতে স্থল পবিমাণে শুক ও বিশুদ্ধ ম্যাগনেসিয়ামেব ফিতা লও এবং মুছিটি ওজন কব। ঢাকনীৰ মুখটি অল্প ফাঁক বাখিয়া মুছিটি ধীবে ধীবে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত কবিয়া ম্যাগনেসিয়ামকে সম্পূর্ণরূপে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) রূপে জাবিত কব। মুছিটি শোষণাপাবে তথা ডেসিকেটাবে বাখিয়া ঠাণ্ডা কব এবং ইহাব ওজন লও। ওজন স্থিব না হওয়া পর্যন্ত পবীক্ষাব পুনরাবৃত্তি কবিত্তে হইবে। এখন এই ভাবে গণনা কর :

মুছি + ঢাকনী = W_1 গ্রাম ; মুছি + ঢাকনী + ম্যাগনেসিয়াম = W_2 গ্রাম
ম্যাগনেসিয়ামেব (Mg) ওজন = $(W_2 - W_1)$ গ্রাম।

.. মুছি + ঢাকনী + ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) = W_3 গ্রাম ,

∴ অক্সিজেনেব ওজন = $(W_3 - W_2)$ গ্রাম।

সুতরাং পরীক্ষায় দেখা যায়—

($W_3 - W_2$) গ্রাম অক্সিজেন ($W_2 - W_1$) গ্রাম ম্যাগনেসিয়ামের সঙ্গে যুক্ত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড গঠন কবে।

সুতবাং ৪ গ্রাম অক্সিজেনেব সঙ্গে যুক্ত হয় $\frac{8 \times (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)}$ গ্রাম Mg .

∴ ম্যাগনেসিয়ামেব তুল্যাংকভার = $\frac{8 \times (W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)} = 12$ (প্রায়)

* [পরীক্ষালব্ধ ফল]

দ্রষ্টব্য : বায়ুতে সবাসবি ম্যাগনেসিয়াম জারণে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের সঙ্গে অল্প পরিমাণে নাইট্রাইডও তৈরী হয়। [$3 Mg + N_2 = Mg_3N_2$] , তাই ম্যাগনেসিয়ামেব নির্ভুল তুল্যাংক নির্ণয়ের জন্য

ম্যাগনেসিয়াম খাতুদ্বারা লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপন পদ্ধতি অথবা পরবর্তী ক্রমে বর্ণিত পদ্ধতি অনুযায়ী ম্যাগনেসিয়ামকে প্রথমে নাইট্রিক অ্যাসিডেব সাহায্যে নাইট্রেটে এবং পরে তাহা উচ্চ তাপে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে পরিণত করিয়া তুল্যাংক নির্ণয়ের পদ্ধতিব অনুসরণ বাঞ্ছনীয়।]

(ii) কপারের তুল্যাংকভার (Eq. wt. of copper) : ম্যাগনেসিয়ামেব ক্রায় কপারকে বায়ুতে সরাসরিভাবে উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণরূপে অক্সাইডে পরিণত করা সম্ভব হয় না। তাই, প্রথমে কপার ও নাইট্রিক অ্যাসিডেব বিক্রিয়া ঘটাইয়া কপার নাইট্রেট তৈরী করা হয় এবং এই কপার নাইট্রেট কড়া তাপে উত্তপ্ত করিলে ইহা বিয়োজিত হইয়া কালো কিউপ্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



পরীক্ষা : ঢাকনিসহ একটি শুষ্ক পোবসেলিন মুছি বা ক্রিসিওল ওজন কর। মুছিতে কয়েক টুকরা কপার লও এবং ঢাকনিসহ মুছিটি আবার ওজন কর। মুছিতে কয়েক ফোটা নাইট্রিক অ্যাসিড মেল। কপারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বাদামী বর্ণের নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড নির্গত হইবে এবং কপার দ্রবীভূত হইয়া কপার নাইট্রেট দ্রবণে পরিণত হইবে। এই কপার নাইট্রেট দ্রবণ জলগাহ তথা ওয়াটার বাথের উপর রাখিয়া শুষ্ক কর। শুষ্ক কপার নাইট্রেট ভরা মুছিটি ত্রিকোণ ধাকের উপর রাখিয়া ধীরে ধীরে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করিয়া সম্পূর্ণভাবে কপার অক্সাইডে পরিণত করিয়া ওজন লও। ওজন স্থির না হওয়া পর্যন্ত মুছিটি বারবার উত্তপ্ত কর। এখন এইভাবে গণনা কর :

মুছি ওজন = W_1 গ্রাম . মুছি + কপারের ওজন = W_2 গ্রাম

∴ কপারের (Cu) ওজন = $(W_2 - W_1)$ গ্রাম

মুছি + কপার অক্সাইডের (CuO) ওজন = W_3 গ্রাম

∴ অক্সিজেনের ওজন = $(W_3 - W_2)$ গ্রাম

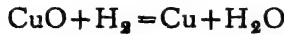
সুতরাং কপারের তুল্যাংকভার = $\frac{(W_2 - W_1)}{(W_3 - W_2)} \times 8 = 31.75$ (প্রায়)

[পরীক্ষার ফল]

ম্যাগনেসিয়াম, জিংক, লেড ইত্যাদির তুল্যাংকভারও এইভাবে প্রথম নাইট্রেট লবণে এবং পরে অক্সাইডে পরিণত করিয়া নির্ণয় করা যায়।

বিজারণ-পদ্ধতি (Reduction method) :

(iii) আয়রন ও কপারের তুল্যাংকভাব বিজারণ পদ্ধতিতে নির্ণয় করা যায়।
অতি-তপ্ত ধাতুর অক্সাইডের উপর হাইড্রোজেন চালাইলে ধাতুর অক্সাইড
বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়। যথা :



প্রথমে ধাতুর অক্সাইডের ওজন নির্ণয় করা হয় এবং বিজারণ ক্রিয়ার পরে
ধাতুর স্থির ওজন নির্ণয় করা হয়। তুল্যাংক গণনা করা হয় এইভাবে :

ধাতুর অক্সাইডের ওজন = W_1 গ্রাম

বিজারণের পরে প্রাপ্ত ধাতুর ওজন = W_2 গ্রাম

\therefore অক্সিজেনের ওজন = $(W_1 - W_2)$ গ্রাম

$(W_1 - W_2)$ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় W_2 গ্রাম ধাতুর সঙ্গে

অতর্ক্য, ৪ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় $\frac{W_2}{(W_1 - W_2)} \times ৪$ গ্রাম ধাতুর সঙ্গে

\therefore ধাতুর তুল্যাংকভাব = $\frac{W_2}{(W_1 - W_2)} \times ৪$

গণনা :

(1) 2 gms of Cu was used to prepare copper nitrate, which was then heated to obtain 2.508 gms of copper oxide. What is the equivalent weight of copper?

কপার অক্সাইডের ওজন = 2.508 গ্রাম, কপারের ওজন = 2 গ্রাম

\therefore অক্সিজেনের ওজন = $(2.508 - 2) = .508$ গ্রাম

অতর্ক্য .508 গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় 2 গ্রাম কপারের সঙ্গে

\therefore ৪ " " " " $\frac{2}{.508} \times ৪ = 31.5$ গ্রাম কপারের সঙ্গে

অতর্ক্য কপারের তুল্যাংকভাব = 31.5

(2) On heating 0.8567 gm of copper oxide in a current of hydrogen, the resultant copper weighed 0.6842 gm. What is the equivalent wt. of copper?

কপারের ওজন = 0.6842 গ্রাম

কপার অক্সাইডের ওজন = 0.8567 গ্রাম

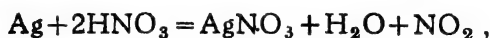
\therefore অক্সিজেনের ওজন = $(0.8567 - 0.6842)$ গ্রাম

= 0.1725 গ্রাম

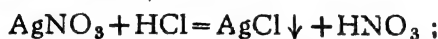
\therefore কপারের তুল্যাংকভাব = $\frac{0.6842 \times ৪}{0.1725} = 31.73$

4. 'ক্লোরাইন সংযুক্তি বা বিযুক্তি পদ্ধতি' (Analysis or Synthesis of Chlorides)

(i) 'সিলভারের তুল্যাংকভার (Eq. wt. of Silver) : এক টুকরা সিলভারের ওজন লও। এই সিলভারের টুকরাটি নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া সিলভার নাইট্রেটে পরিণত কর। যথা :



এই সিলভার নাইট্রেটের সঙ্গে কিছুটা অধিক পরিমাণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) মিশাও। এই বিক্রিয়ায় সমস্ত সিলভার সাদা সিলভার ক্লোরাইডরূপে অধঃক্ষিপ্ত হইবে। যথা :



এই অধঃক্ষিপ্ত সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) ছাকিয়া লও এবং উত্তপ্ত করিয়া শুক কব এবং স্থিৰ ওজন গ্রহণ কব। এখন এইভাবে গণনা কব :

সিলভারের ওজন = W_1 গ্রাম, সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = W_2 গ্রাম
 \therefore ক্লোরিনের ওজন = $(W_2 - W_1)$ গ্রাম

35.5 ভাগ ক্লোরিন যত ভাগ ওজনের সিলভারের সঙ্গে যুক্ত হয় তাহাই সিলভারের তুল্যাংকভার।

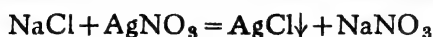
সুতরাং সিলভারের তুল্যাংকভার

$$= \frac{(35.5 \times W_1)}{(W_2 - W_1)} = 107.9 \text{ [পরীক্ষালব্ধ ফল]}$$

[Note—সিলভারের তুল্যাংকভার নির্ণীত হয় সাধারণত তড়িদ বিশ্লেষণ উপায়ে।]

(ii) সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of Sodium or Potassium) : সোডিয়াম বা পটাসিয়াম বিশুদ্ধভাবে ওজন করা যায় না। কাবণ, ইহা বা অক্সিজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। তাই, ইহাদের তুল্যাংক নির্ণয় করা হয় পরোক্ষভাবে।

পরীক্ষা : অল্প পরিমাণে সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইড ওজন কব। এই লবণ পাতিত জলে দ্রবীভূত করিয়া ইহা ব সঙ্গে পর্যাপ্ত পরিমাণে বিশুদ্ধ সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ মিশাও। এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের সমস্ত ক্লোরিন সিলভার ক্লোরাইড রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :



এই সিলভার ক্লোরাইড (AgCl)-অধঃক্ষেপ ছাকিয়া এবং কয়েকবার শুক করিয়া ইহা ব স্থিৰ ওজন লও। এখন এইভাবে গণনা কর :

সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের ওজন = W_1 গ্রাম •

সিলভার ক্লোরাইডের ওজন = W_2 গ্রাম

সিলভারের পাবমাণবিক ওজন = 107.8 এবং ক্লোরিনের পারমাণবিক ওজন = 35.5, সুতরাং সিলভার ক্লোরাইড ($AgCl$) অণুর ওজন = $107.8 + 35.5 = 143.3$.

সুতরাং 143.3 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে পাওয়া যায় 35.5 গ্রাম ক্লোরিন অথবা,

W_2 গ্রাম সিলভার ক্লোরাইডে পাওয়া যায় $\frac{35.5 \times W_2}{143.3}$ গ্রাম ক্লোরিন

সিলভার ক্লোরাইড ($AgCl$) এই ক্লোরিন (Cl) লাভ করিয়াছে সোডিয়াম বা পটাসিয়াম ক্লোরাইড ($NaCl$ বা KCl) হইতে,

সুতরাং সোডিয়াম ক্লোরাইডে ($NaCl$) ক্লোরিনের (Cl) ওজন

$$= \frac{35.5 \times W_2}{143.3} \text{ গ্রাম}$$

সোডিয়াম ক্লোরাইডের ($NaCl$) ওজন = W_1 গ্রাম

সুতরাং সোডিয়ামের (Na) ওজন = $\left(W_1 - \frac{35.5 \times W_2}{143.3} \right)$ গ্রাম

অর্থাৎ $\frac{35.5 \times W_2}{143.3}$ গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় $\left(W_1 - \frac{35.5 \times W_2}{143.3} \right)$ গ্রাম

সোডিয়ামের সঙ্গে

∴ 35.5 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয়—

$$\frac{\left(W_1 - \frac{35.5 \times W_2}{143.3} \right)}{\frac{35.5 \times W_2}{143.3}} \times 35.5 \text{ গ্রাম সোডিয়ামের সঙ্গে}$$

অথবা, $\left(\frac{W_1 \times 143.3}{35.5 \times W_2} - \frac{35.5 \times W_2}{143.3} \times \frac{143.3}{35.5 \times W_2} \right) \times 35.5$ „ „

অথবা, $\left(\frac{W_1}{W_2} \times \frac{143.3}{35.5} - 1 \right) \times 35.5$ গ্রাম সোডিয়ামের সঙ্গে

অথবা, $\left(\frac{W_1}{W_2} \times 143.3 - 35.5 \right)$ „ „ „

∴ সোডিয়ামের তুল্যাকভার = $\left(143.3 \times \frac{W_1}{W_2} \right) - 35.5 = 23$ 1

[পরীক্ষালব্ধ ফল]

বিকল্প পদ্ধতি : মনে কর, সোডিয়ামের তুল্যাংকভার = x

যে কোন যৌগ গঠিত হয় উপাদানের তুল্যাংকভাবেব অনুপাতে। সুতরাং সোডিয়াম ক্লোরাইডের তুল্যাংকভার

$$= \text{সোডিয়ামের তুল্যাংকভার} + \text{ক্লোরিনের তুল্যাংকভার}$$

$$= x + 35.5 \quad [\text{ক্লোরিনের তুল্যাংকভার} = 35.5]$$

যোজনভাব সূত্র অনুযায়ী—

সোডিয়াম ও ক্লোরিনের যুক্ত তুল্যাংকভাব

সিলভার ও ক্লোরিনের যুক্ত তুল্যাংকভাব

$$= \frac{\text{সোডিয়াম ক্লোরাইডের ওজন } (W_1)}{\text{সিলভার ক্লোরাইডের ওজন } (W_2)}$$

[কারণ, সোডিয়াম, সিলভার ও ক্লোরিন (Na, Ag ও Cl) পবম্পব যুক্ত হয় তুল্যাংকভাবেব অনুপাতে] .

$$\text{অথবা, } \frac{x + 35.5}{107.8 + 35.5} = \frac{W_1}{W_2}$$

$$\text{বা, } x = \left(143.3 \times \frac{W_1}{W_2} \right) - 35.5 = 23 \quad [\text{পবীক্ষালব ফল}]$$

গণনা :

(1) '97 gm of sodium when burnt in chlorine forms 2.47 gms sodium chloride. What is the equivalent weight of sodium ?

সোডিয়াম ক্লোরাইডের ওজন = 2.47 গ্রাম

সোডিয়ামের ওজন = .97

∴ ক্লোরিনের ওজন = (2.47 - .97) = 1.5 গ্রাম

1.5 গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় 97 গ্রাম সোডিয়ামের সঙ্গে

$$\therefore 35.5 \text{ গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় } \frac{.97 \times 35.5}{1.5} = 23 \text{ গ্রাম সোডিয়ামের সঙ্গে}$$

সুতরাং সোডিয়ামের তুল্যাংকভার = 23.

(2) 1 gm of potassium chloride precipitates 1.926 gms of silver chloride. Eq. weight of Ag=108 and of Cl=35.5. What is the equivalent weight of potassium ?

মনে কব, পটাসিয়ামের তুল্যাংকভাব = x

$$\text{সুতরাং } \frac{\text{KCl-এব ওজন}}{\text{AgCl-এব ওজন}} = \frac{35.5 + x}{35.5 + 108}$$

$$\text{কিন্তু প্রশ্ন অনুযায়ী, } \frac{\text{KCl-এর ওজন}}{\text{AgCl-এর ওজন}} = \frac{1}{1.926}$$

$$\text{সুতরাং } \frac{35.5 + x}{35.5 + 108} = \frac{1}{1.926} \text{ অথবা } x = 39$$

অর্থাৎ পটাসিয়ামের তুল্যাংকভাব = 39

(3) 0.1827 gm of chloride of a metal forms 0.1057 gm of oxide on oxidation. What is the equivalent weight of the metal ?

অক্সিজেনের তুল্যাংকভাব = 8 এবং ক্লোরিনের = 35.5

মনে কব, ধাতুটির তুল্যাংকভাব = x

সুতরাং 8 গ্রাম অক্সিজেন x গ্রাম ধাতুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন কবে $(x+8)$ গ্রাম অক্সাইড ,

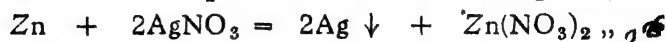
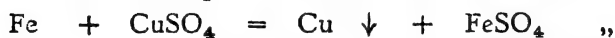
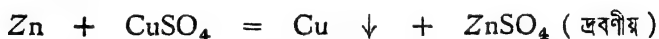
এবং 35.5 গ্রাম ক্লোরিন x গ্রাম ধাতুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন কবে $(x+35.5)$ গ্রাম ক্লোরাইড। তাই,

$$\frac{\text{অক্সাইডের ওজন}}{\text{ক্লোরাইডের ওজন}} = \frac{x+8}{x+35.5} = \frac{0.1057}{0.1827} \text{ অথবা } x = 29.74$$

5. ধাতু দ্বারা ধাতু প্রতিস্থাপন পদ্ধতি

(Displacement of one metal by another)

জিংক বা আয়রন ধাতু কপার সালফেট দ্রবণ হইতে কপার প্রতিস্থাপিত করে এবং সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে জিংক প্রতিস্থাপিত কবে সিলভার। অর্থাৎ, উচ্চতর ইলেক্ট্রোপজিটিভ ধাতু নিম্নতর ইলেক্ট্রোপজিটিভ ধাতুকে প্রতিস্থাপিত কবে।



এই বিক্রিয়াগুলি হইতে দেখা যায়, একটি ধাতু অপব ধাতুকে যিক তুল্যাংক-ভাবে অনুপাতে প্রতিস্থাপিত কবে, অর্থাৎ, 32.5 গ্রাম জিংক 31.5 গ্রাম কপার, 28 গ্রাম আয়রন, 31.5 গ্রাম কপার এবং 32.5 গ্রাম জিংক, 108 গ্রাম সিলভার প্রতিস্থাপিত কবে। সুতরাং একপ প্রতিস্থাপনের বিক্রিয়া হইতে ব্যবহৃত ও প্রতিস্থাপিত ধাতুর ওজন লইয়া একটি ধাতুর তুল্যাংকভাব জানিয়া অত্র ধাতুর তুল্যাংকভাব নির্ণয় কবা যায়।

জিংকের তুল্যাংকভার (Equivalent weight of Zinc) :

পরীক্ষা : এক টুকরা বিশুদ্ধ জিংকের ওজন লও এবং ইহা কপার সালফেট দ্রবণে ফেঁস। বেশ কিছুক্ষণ বিক্রিয়া পবে জিংক দ্রবীভূত হইয়া যাইবে এবং দ্রবণেব তলায় কিছু পরিমাণ কপার অধঃক্ষিপ্ত হইবে। এই কপার পবিস্কৃত কবিয়া শুষ্ক কব এবং ইহার স্থিৰ ওজন লও। এখন এইভাবে গণনা কব:

জিংকেব ওজন = W_1 গ্রাম, কপাবেব ওজন = W_2 গ্রাম

কপারেব তুল্যাংকভার = 31.5

W_2 গ্রাম কপার W_1 গ্রাম জিংক দ্বাৰা প্রতিস্থাপিত হয়

∴ 31.5 গ্রাম কপার প্রতিস্থাপিত হয় $\frac{W_1}{W_2} \times 31.5$ গ্রাম জিংক দ্বাৰা

জিংকেব তুল্যাংকভার = $\frac{W_1}{W_2} \times 31.5 = 32.5$ [পরীক্ষালব্ধ ফল]

এরূপ প্রতিস্থাপন পদ্ধতিতে আয়রন, সিলভার ও কপারেব তুল্যাংক-ভারও নির্ণয় কবা যায়।

গণনা :

1. 2.06 gms of zinc displaces 2 gms of copper from a copper sulphate solution. Equivalent weight of Zn = 32.5. What is the equivalent weight of copper ?

2.06 গ্রাম জিংক প্রতিস্থাপিত করে 2 গ্রাম কপার

∴ 32.5 গ্রাম ,, ,, ,, $\frac{2}{2.06} \times 32.5 = 31.55$ গ্রাম কপার

সুতরাং কপাবেব তুল্যাংকভাব = 31.55

তুল্যাংকভারেব অতিরিক্ত গণনা :

2 A oxide of copper contains 88.8% of the metal. Calculate the equivalent weight of copper.

কপাব অক্সাইডেব শতকরা অক্সিজেনেব ওজন $100 - 88.8 = 11.2$ গ্রাম।

11.2 ভাগ অক্সিজেন 88.8 ভাগ কপাবেব সহিত যুক্ত হয়।

∴ 8 ,, ,, $\frac{88.8}{11.2} \times 8$,, ,, ,, ,,

= 63.4 ভাগ কপাবেব সহিত যুক্ত হয়।

∴ কপাবেব তুল্যাংকভাব 63.4

3. 2 gms. of lead were completely converted into its oxide which weighed 2.1544 gms. What is the equivalent wt. of the lead? (H. S. 1960)

২ গ্রাম লেড তৈবী করে ২.১৫৪৪ গ্রাম লেড অক্সাইড অর্থাৎ (২.১৫৪৪ - ২) বা ০.১৫৪৪ গ্রাম অক্সিজেন ২ গ্রাম লেডের সংগে যুক্ত হয়।

$$\therefore 8 \text{ গ্রাম অক্সিজেন যুক্ত হয় } \frac{8 \times 2}{.1544} = 103.6 \text{ গ্রাম লেডের সঙ্গে}$$

$$\therefore \text{লেডের তুল্যাংকভাব} = 103.6.$$

4. (a) 0.6842 gm. of copper was dissolved in Nitric acid and the solution was carefully evaporated to dryness. When the solid residue was strongly heated 0.8567 gm. of cupric oxide was produced. Calculate the equivalent wt. of Copper.

(b) 1.0813 gm. of Iron gave 3.1439 gm. of Ferric chloride. Calculate the equivalent wt. of Iron in this compound (Eq. wt. of chlorine = 35.5.).

The at. wt. of iron is 55.84. Find out the valency of iron in Ferric chloride.

[H. S. 1960 (Comp.)]

(a) ০.৬৮৪২ গ্রাম কপার (০.৮৫৬৭ - ০.৬৮৪২) অর্থাৎ

০.১৭২৫ গ্রাম অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়।

সুতরাং ৮ গ্রাম অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হয়

$$\frac{6842 \times 8}{1725} = 31.73 \text{ গ্রাম কপার}$$

$$\text{কপারের তুল্যাংক} = 31.73$$

(b) ১.০৮১৩ গ্রাম আয়রন (৩.১৪৩৯ - ১.০৮১৩) গ্রাম ক্লোরিনের সঙ্গে যুক্ত হয়। সুতরাং আয়রনের তুল্যাংকভাব

$$= \frac{35.5 \times 1.0813}{2.0626} = 18.61$$

$$\text{আয়রনের যোজ্যতা} = \frac{\text{পরমাণবিক ওজন}}{\text{তুল্যাংকভাব}} = \frac{55.84}{18.61} = 3$$

5. Calculate the equivalent wt. of a metal from the following experimental data :

1st wt. of the weighing bottle + metal = 12.9580 gm.

2nd wt of the weighing bottle after a portion of the metal is taken out = 12.9070 gm.

Total vol. of H_2 evolved after dissolving

the metal taken out in acid... 19.55 ml.

Pressure of the H_2 when its vol. noted... 750 mm.

Temperature of gas 27°C

At N. T. P. 1 ml. of H_2 weighs... 0.00089 gm.

(H. S. 1963)

ব্যবহৃত ধাতুর ওজন = $(12.9580 - 12.9070) = 0.0510$ গ্রাম

N. T. P -তে উৎপন্ন হাইড্রোজেনের আয়তন

$$= \frac{19.55 \times 750 \times 273}{300 \times 760} = 17.56 \text{ ml.}$$

হাইড্রোজেনের ওজন = (17.56×0.00089) গ্রাম

$$\text{ধাতুর তুল্যাক্তাভাব} = \frac{0.051}{17.56 \times 0.00089} = 32.64$$

6. 0.3975 gm. of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous product was passed through the tube containing fused calcium chloride weighed previously. The gain in wt. of the latter was 0.09 gm. Calculate equivalent wt. of copper. (At. wt. of Cu = 63.5) [H. S Exam. 1964]

বিজারণ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন জলের ওজন = 0.09 গ্রাম

জলে $H : O = 1 : 8$ (ওজনগত)

সুতরাং প্রাপ্ত 0.09 গ্রাম জলে $H_2 = 0.01$ গ্রাম এবং $O_2 = 0.08$ গ্রাম

সুতরাং কপারের ওজন = $(.3975 - .08) = .3175$ গ্রাম

$$\therefore \text{কপারের তুল্যাক্তাভাব} = \frac{8 \times .3175}{.08} = 31.75.$$

Questions to be discussed

1. State the law of Reciprocal proportions. Why this law is also called the law of equivalent or combining weights? Give illustrations.

2. What is meant by equivalent weight? [H. S. 1964]

Why is it called combining wt.? How is it related to atomic weight? How would you determine the equivalent weight of carbon? Can equivalent weight of an element vary? If so, why? Give examples.

3. How would you determine the equivalent weight of zinc? Describe a method.

0.3 gm. of a metal can produce 278.75 c.c. of dry hydrogen at N. T. P. What is its equivalent weight? (Ans. 12)

4. What is meant by the equivalent weight of a metal? 0.218 gm of Mg gave 218.2 c.c. of moist H_2 at $17^\circ C$ and 754.5 mm. from HCl. Find the equivalent weight of the metal. Aqueous tension at $17^\circ C = 14.4$ mm. (Ans. 12.24)

5. A metal gains weight on burning. How would you determine eq. wt. of Mg. by burning it?

100 gms. of Mg. combine with 65.6 gms. of oxygen and 8 gms of oxygen can combine with 1 gm of hydrogen. Find the equivalent weight of Mg. (Ans. 12.19)

6. Explain what you understand by combining weight of an element. Iron forms two chlorides containing 34.4% and 44% of iron. What will be the equivalent weight of iron? (Ans. 18.6, 27.9)

7. What wt. of a metal of eq. wt. 12 will give 0.475 gm. of chloride? Eq. wt. of Cl = 35.5 (Ans. 0.12 gm)

8. 1 gm. of KCl solution gives 1.926 gms of AgCl when treated with excess of $AgNO_3$ solution. Taking eq. wt. of Ag as 108, and chlorine 35.5, calculate the eq. wt. of potassium. (Ans. 39.006)

9. What is meant by combining wt.? H_2S contain 94.1% S, $CuCl_2$ 43.31% of Cu, HCl 97.23% of Cl, CuO 79.82% of Cu. Find the equivalent weights of S, Cu, Cl and O.

[Ans. S 16, 31.7, 35.5, 8]

10. 2.47 gms of CuO were obtained by oxidising 1.988 gms Cu by HNO_3 , 3.35 gm of Cu was precipitated by 3.46 gms of Zn from CuSO_4 solution. What are the equivalent weights of Cu and Zn? Knowing the equivalent weight of copper how can you determine the equivalent wt. of iron? (Ans. 32.99, 33.9)

11. 0.1 gm of a metal gave on treatment with dil. mineral acid 34.2 c.c. hydrogen at N. T. P. Calculate the equivalent wt. of the metal. (Ans. 32.49)

12. 0.177 gm of a metal when dissolved in dilute acid evolved 177 c.c. of dry hydrogen at 12°C and 766 mm pressure. Find the equivalent wt. of the metal. (Ans. 11.8)

13. 1.05 gms of a metal gave on oxidation 1.50 gms of its oxide. Find the equivalent wt. of the metal. (Ans. 18.64)

14. 1.0 gm of a pure metal when dissolved in nitric acid and the resulting nitrate decomposed by heat yield 1.2458 gms of the oxide. What is the equivalent wt. of the metal. (Ans. 32.55)

15. Copper forms two oxides. On heating 1 gm of each in hydrogen, the residues weighed 0.739 and 0.888 gms respectively. Calculate two values of eq. wts. of copper. (Ans. 31.8, 63.4)

16. Dry hydrogen on passing over 1.58 gms of heated copper oxide produces 0.36 gm of water and 1.26 gms of copper. What are the equivalent weights of copper and oxygen? (Ans. 31.5, 8)

17. In an experiment 0.3 gm of a metal liberated 85 c.c. of hydrogen at 0°C and 760 mm. Find the equivalent wt. of the metal. (Ans. 39.2)

18. 1 gm of magnesium displaces 0.083 gm of hydrogen, 9 gms of silver and 5.25 gms of copper. What are the equivalent wts. of these elements? (Ans. Mg—12.05, Ag—108.4, Cu—63.3)

19. Define the equivalent wt. of an element and describe an experiment for determining the equivalent wt. of either oxygen or carbon. [H. S. Exam 1962]

20. What is meant by equivalent weight of an element? How is it related to its atomic weight?

21. Describe an experiment for the determination of equivalent weight of zinc by displacement of hydrogen from an acid. Indicate the method of calculation from experimental data.

[H. S. Exam. 1961]

22. Starting with pure metallic copper describe how you would determine equivalent weight of the metal. Indicate the method of calculation from experimental data.

[H. S. (Comp) 1964]

23. 0.3975 gm of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous product was passed through a tube containing fused calcium chloride previously weighed. The gain in weight of the latter was 0.09 gm. Calculate the equivalent weight of copper.

[Atomic wt. of Cu = 63.5] (Ans. 31.63)

24. Explain the difference between equivalent wt. and at. wt. of an element. Under what condition have they the same value? Give two illustrations.

[H. S. 1963]

25. Calculate the equivalent weight of a metal from the following data :—

First weight of the weighing bottle + metal 12.9580 gm.

Second weight after taking a small portion of the metal

..... 12.9070 gm.

Total volume of hydrogen evolved by dissolving the metal taken out in dilute acid after drying.... 19.55 ml.

Pressure of hydrogen when volume was noted... 750 mm

Temperature of the gas when volume was noted..... 27°C

One millilitre (ml.) of dry hydrogen at N. T. P. weighs 0.000089 gm.

[H. S. 1963] (Ans. E. W. = 32.7)

সাধারণত পবমাণুর গুরুত্ব বা ওজন বলিতে ষাহা বোঝায় তাহা পরমাণুব সঠিক বা প্রকৃত "ওজন নয়,—ইহা হাইড্রোজেন পরমাণুব সঙ্গে তুলনামূলক গুরুত্ব বা ওজন। হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন 'এক' ধরিয়া হাইড্রোজেন পবমাণুর তুলনায় অত্র কোন মৌলিক পদার্থের পবমাণু ষতগুণ ভারী তাহাই সেই মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন বা গুরুত্ব। কার্বনের পাবমাণবিক ওজন 12 ; ইহার অর্থ, একটি কার্বন পরমাণু 12টি হাইড্রোজেন পরমাণুর সমান ভারী। একটি ইউবেনিয়ামের পরমাণু একটি হাইড্রোজেনের পবমাণুব তুলনায় 238 গুণ ভারী। তাই, ইউবেনিয়ামের পারমাণবিক ওজন 238। [পারমাণবিক ওজন সম্বন্ধে প্রথম ও দ্বিতীয় খণ্ডে প্রাথমিক আলোচনা করা হইয়াছে।]

পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ে অক্সিজেন একক (Oxygen unit in determining atomic weight)

1803 খৃষ্টাব্দে পাবমাণবিক গুরুত্ব বা ওজন নির্দেশ কবেন বিজ্ঞানী ডালটন। তিনি একটি হাইড্রোজেন পবমাণুব ওজন 1 ধরিয়া অর্থাৎ হাইড্রোজেন পবমাণুব এই 1 ওজনকে একক (unit) বা মূল ধরিয়া অত্রাত্ত মৌলিক পদার্থের পবমাণু একটি হাইড্রোজেন পবমাণুব তুলনায় কতগুণ ভারী তাহা নির্ণয় করিয়া বিভিন্ন মৌলের পারমাণবিক ওজন স্থির কবেন। 1805 খৃষ্টাব্দে বেলজিয়ান বিজ্ঞানী জে. এস. স্টাস (J. S. Stas) অক্সিজেনের পাবমাণবিক ওজন 16 অর্থাৎ অক্সিজেন পরমাণুব এই 16 ওজনকে মূল তথা একক (unit) ধরিয়া অত্রাত্ত মৌলের পারমাণবিক ওজন স্থির করার পদ্ধতি প্রবর্তন করেন। সেই সময়েব বিভিন্ন পরীক্ষায় হাইড্রোজেনেব তুল্যাংকভার নির্ণীত হয় 1, কিন্তু 1938 সালের বিভিন্ন পরীক্ষায় জলের (H_2O) অণুতে সংযোগী মৌলের তৌলিক অণুপাত বিশ্লেষণ কবিয়া দেখা যায় যে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সংযোগের অণুপাত 1:008 : 8 ; হতরাং হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1:008 এবং অক্সিজেনের 16.

পারমাণবিক ওজন বা গুরুত্ব (Atomic weight) : অক্সিজেনের একটি পরমাণুর ওজন 16 ধরিয়া এক্ষণে একটি অক্সিজেন পরমাণুর ওজনের তুলনার অপর কোন মৌলের একটি পরমাণুর ওজন যত তাহাই সেই মৌলের পারমাণবিক ওজন বা গুরুত্ব।

অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 ধরিয়া অক্সিজেন মৌলের পারমাণবিক ওজন নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্তমানে নির্ভুল বলিয়া স্বীকৃত। অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 ধরিলে হাইড্রোজেনের (H) সঠিক পারমাণবিক ওজন হয় 1.008, কার্বনের (C) 12.01, নাইট্রোজেনের (N) 14.008, সোডিয়ামের (Na) 22.997 ইত্যাদি।

1938 খ্রীষ্টাব্দের পরে অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 16 ধরিয়া অক্সিজেন মৌলের পারমাণবিক ওজন সংশোধন করা হইয়াছে। অবশ্য, প্রাথমিক শিক্ষার্থীর সহজ অহুধাবনেব জ্ঞান এখনও সাধারণ ও সবলভাবে হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1 ধরা হয়।

তুল্যাংকভাব ও পারমাণবিক গুরুত্ব

(Relation between Equivalent wt. and Atomic wt.)

তুল্যাংকভাবের সাহায্যে সহজে এবং নির্ভুলভাবে পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা সম্ভব।

মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্বের সঙ্গে তুল্যাংকভাবের একটি সরল সম্বন্ধ বর্তমান।

মনে কর, কোন একটি মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব (At. wt.) = A

সেই মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা (Valency) = V

সেই মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভাব (Eq. wt.) = E

যোজ্যতার সংজ্ঞা অহুধায়ী বলা যায় যে, মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা যত সেই মৌলিক পদার্থটি তত সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে। [যথা : অক্সিজেনের যোজ্যতা 2 ; তাই অক্সিজেন (O) দুইটি হাইড্রোজেনের পরমাণুর (H) সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে জল অণু (H₂O)। তাই বলা যায়, যেহেতু মৌলিক পদার্থটির যোজ্যতা V, সুতরাং V সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণু মৌলিক পদার্থটির একটি পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে।]

V সংখ্যক হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন $= V \times 1 = V$

এবং মৌলিক পদার্থের একটি পরমাণুর ওজন $= A$

তাই, পরমাণুর সংখ্যার পরিবর্তে পরমাণুর গুরুত্ব বা ওজন হিসাবে লেখা যায় : V -ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে

A ভাগ ওজনের মৌলিক পদার্থ

\therefore 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেন পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে

$\frac{A}{V}$ ভাগ ওজনের মৌলিক পদার্থ

তুল্যাংকভাবের সংজ্ঞা অনুযায়ী 1 ভাগ ওজনের হাইড্রোজেনের সঙ্গে যত ভাগ ওজনের যে কোন মৌল যুক্ত হয় তাহাই সেই মৌলের তুল্যাংকভার বা ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট।

তাই, $\frac{A}{V} = \text{মৌলের তুল্যাংকভার} = E$

সুতরাং, $A = E \times V$ বা $E = \frac{A}{V}$, অর্থাৎ, তুল্যাংকভার = $\frac{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{যোজ্যতা}}$

অথবা, পারমাণবিক গুরুত্ব = তুল্যাংকভার \times যোজ্যতা

তথা, অ্যাটমিক ওয়েট = ইকুইভ্যালেন্ট ওয়েট \times ভ্যালেন্সী

সংকেত অনুযায়ী : $A = E \times V$

[Atomic weight = Equivalent weight \times Valency]

এই ক্রমূলের সহায়তায় যে-কোন মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা যায়। এই ক্রমূলা হইতে দেখা যায় যে কোন মৌলের যোজ্যতা যদি হয় 1, তবে সেই মৌলের পারমাণবিক ওজন ও তুল্যাংকভার সমান হইবে। ক্লোরিন ও সোডিয়ামের তুল্যাংকভার ও পারমাণবিক ওজন যথাক্রমে 35.5 এবং 23, কপালের যোজ্যতা 1, 2, সুতরাং ইহাদের তুল্যাংকভার যথাক্রমে 63.5 এবং 31.75, নাইট্রোজেনের যোজ্যতা 1, 2, 3, 4, 5, তাই ইহার তুল্যাংকভার যথাক্রমে 14, 7, 4.6, 3.5 এবং 2.8.

গণনা :

1. Equivalent weight of oxygen is 8 and valency is 2 ; what is the atomic weight of oxygen ?

পারমাণবিক গুরুত্ব ও তুল্যাংকভারের ক্রমূলা অনুযায়ী পারমাণবিক গুরুত্ব : $A = E \times V = 8 \times 2 = 16$.

2. Equivalent wt. of sodium is 23 ; valency is 1 ; what is the atomic wt. of sodium ?

$$A = E \times V = 23 \times 1 = 23$$

∴ সোডিয়ামের পারমাণবিক গুরুত্ব = 23

পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়

(Determination of Atomic weight)

মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ের বিভিন্ন পদ্ধতির মধ্যে নিম্নলিখিত পদ্ধতি কয়টি সুপরিচিত :

1. ডুলং ও পেটিট সূত্রের (Dulong and Petit Law) প্রয়োগ পদ্ধতি।

2. অ্যাভোগাড্রো-সূত্রের প্রয়োগ তথা ক্যান্নিজারো (Cannizzaro) পদ্ধতি।

3. মিত্সাবলিসের সমাক্রান্তি সূত্রের (Mitscherlich's Law of Isomorphism) প্রয়োগ পদ্ধতি।

এই কয়েকটি পদ্ধতি ছাড়াও পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ের আরও কয়েকটি পদ্ধতি আছে।

নিভুল পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় (Accurate at. wt) : এই পদ্ধতি তিনটি অবলম্বন করিয়া কোন মৌলিক পদার্থের যে পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা হয় তাহা সাধারণত আনুমানিক (approximate) ; কিন্তু বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকভার নিভুলভাবে নির্ণয় করা যায় এবং মৌলিক পদার্থের যোজ্যতাও সঠিক ভাবে স্থির করা যায়। তাই, কোন মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকের সঙ্গে যোজ্যতা গুণ করিয়া সেই মৌলিক পদার্থের নিভুল পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা যায়। কারণ, $A = E \times V$.

পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় পদ্ধতির সাধারণ নীতি

মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা হয় সাধারণত এইভাবে :

- (i) প্রথমে, মৌলিক পদার্থটির নিভুল তুল্যাংকভার নির্ণয় করা হয়।
- (ii) দ্বিতীয়ত, উপরের যে-কোন একটি পদ্ধতি অবলম্বনে মৌলিক পদার্থের আনুমানিক (approximate) পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা হয়।

(iii) তৃতীয়ত, আত্মমানিক পারমাণবিক গুরুত্বকে তুল্যাংকভার দ্বারা ভাগ করিয়া মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা স্থির করা হয়। $[A = E \times V$ বা $V = A/E]$ । যোজ্যতা সব সময়েই একটি পূর্ণসংখ্যা। তাই, ইহা কখনও ভগ্নাংশ হইতে পারে না। কিন্তু পারমাণবিক গুরুত্ব আত্মমানিক হওয়ার ভাগফল ভগ্নাংশ হইতে পারে। সেইজন্য এরূপ ভগ্নাংশের নিকটবর্তী পূর্ণসংখ্যাকে যোজ্যতা বা ভ্যালেন্সী ধরা হয়।

(iv) চতুর্থত, মৌলিক পদার্থের এই যোজ্যতা-সংখ্যা দ্বারা তুল্যাংকভারকে গুণ করিয়া সঠিক (exact) পারমাণবিক গুরুত্ব স্থির করা হয়।

1. ডুলং ও পেটিট সূত্রের প্রয়োগ-পদ্ধতি (Application of Dulong and Petit Law)

বিজ্ঞানী ডুলং ও পেটিট 1819 খ্রীষ্টাব্দে অনেকগুলি কঠিন (solid) মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক তাপ তথা অ্যাটমিক হিট (Atomic heat) নির্ণয় করেন। মৌলিক পদার্থের আপেক্ষিক তাপ এবং পারমাণবিক গুরুত্ব তথা স্পেসিফিক হিট (Specific heat) এবং অ্যাটমিক ওয়েটের গুণফলকে বলা হয় পারমাণবিক তাপ বা অ্যাটমিক হিট।

পারমাণবিক তাপ = আপেক্ষিক তাপ \times পারমাণবিক গুরুত্ব

$$\text{সুতরাং, পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{\text{পারমাণবিক তাপ}}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} \left[\text{At. wt} = \frac{\text{At. heat}}{\text{Sp. heat}} \right]$$

বাস্তব পরীক্ষায় দেখা যায়, কঠিন অবস্থায় প্রতিটি মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক তাপ মোটামুটি একটি স্থিতিস্থাপক স্থির সংখ্যা এবং প্রতিটি কঠিন মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রে এই পারমাণবিক তাপ = 6.4

[মৌলিক পদার্থ কার্বন, সিলিকন ও বোরন ইত্যাদি স্বাভাবিক অবস্থায় কঠিন হওয়া সত্ত্বেও ইহাদের ক্ষেত্রে ডুলং ও পেটিট সূত্র খাটে না।]

এই সূত্র হইতে কঠিন অবস্থায় মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা যায় এইভাবে :

$$\begin{aligned} \text{ডুলং ও পেটিট সূত্র অনুযায়ী কঠিন অবস্থায় কোন মৌলিক পদার্থের} \\ \text{পারমাণবিক গুরুত্ব} \times \text{আপেক্ষিক তাপ} \\ = \text{পারমাণবিক তাপ} = 6.4 \text{ (আত্মমানিক)} \end{aligned}$$

সুতরাং, পারমাণবিক গুরুত্ব = $\frac{6.4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}}$ ✓

তথা, অ্যাটমিক ওয়েট = $\frac{6.4}{\text{স্পেসিফিক হিট}} \left[\text{At. wt.} = \frac{6.4}{\text{Sp. heat}} \right]$

অর্থাৎ, কোন একটি কঠিন মৌলিক পদার্থের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করিয়া সেই সংখ্যা দ্বারা 6.4 সংখ্যাটিকে ভাগ করিলেই মৌলিক পদার্থটির আত্মমানিক পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা সম্ভব।

গণনা :

1. Specific heat of an element is 0.057, its equivalent wt. is 37.8, determine the accurate atomic wt. of the element.

ডালং ও পেটিট সূত্র অনুযায়ী,

$$\text{পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{6.4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6.4}{0.057} = 112.28$$

$$\text{ধাতুটির যোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{112.28}{37.8} = 2.9 = 3.$$

[যোজ্যতা 2.9 অর্থাৎ এরূপ ভগ্নাংশ হইতে পারে না। 2.9 সংখ্যাটির নিকটবর্তী পূর্ণসংখ্যা 3, তাই ধাতুটির যোজ্যতা 3]

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং ধাতুটির সঠিক পারমাণবিক গুরুত্ব} &= \text{তুল্যাংকভার} \times \text{যোজ্যতা} \\ &= 37.8 \times 3 = 113.4 \end{aligned}$$

2. Specific heat of aluminium is 0.2143, equivalent wt. = 9 ; Find the atomic wt. of aluminium.

ডালং ও পেটিট সূত্র অনুযায়ী অ্যালুমিনিয়ামের

$$\text{আত্মমানিক পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{6.4}{\text{আপেক্ষিক তাপ}} = \frac{6.4}{0.2143} = 30$$

$$\text{অ্যালুমিনিয়ামের যোজ্যতা} = \frac{\text{পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{তুল্যাংকভার}} = \frac{30}{9} = 3.3 = 3$$

যোজ্যতা = 3 [কারণ, যোজ্যতা ভগ্নাংশ হইতে পারে না]

সুতরাং অ্যালুমিনিয়ামের প্রকৃত পারমাণবিক গুরুত্ব

$$= \text{তুল্যাংকভার} \times \text{যোজ্যতা} = 9 \times 3 = 27$$

2. ক্যান্নিজারো পদ্ধতি (Cannizzaro Method)

প্রাথমিক রসায়নের দ্বিতীয় খণ্ডে পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয়ে ক্যান্নিজারো পদ্ধতির কয়েকটি উদাহরণসহ আলোচনা করা হইয়াছে। অল্পরূপ পদ্ধতিতে আত্মমানিক পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করিয়া উল্লিখিত পন্থায় তুল্যাংকভারের সাহায্যে নির্ভুল পারমাণবিক গুরুত্ব নির্ণয় করা যায়।

3. মিতশারলিস সূত্র পদ্ধতি (Mitscherlich Law method)

ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ও জিংক সালফেটের স্ফটিকেব আকৃতি দেখিতে হুবহু এক রকম। ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ও জিংক সালফেটের দ্রবণ একত্র মিশাইয়া সেই মিশ্রিত দ্রবণেব স্ফটিক তৈরী করিলে ম্যাগনেসিয়াম ও জিংকেব সালফেটেব মিশ্র স্ফটিক গঠিত হয়। আবার ম্যাগনেসিয়াম সালফেট দ্রবণের মধ্যে যদি একটি জিংক সালফেট দানা বুলাইয়া দেওয়া যায় তবে জিংক সালফেটের গায় ম্যাগনেসিয়াম সালফেটেব আস্তবণ পড়ে।

সমাকৃতিত্ব বা আইসোমরফিজম (Isomorphism) : যে সকল স্ফটিকাকার যৌগ (i) একই আকারের স্ফটিক গঠন করে, (ii) পরস্পরে মিশ্র স্ফটিক তৈরী করিতে পারে, (iii) একে অন্টোর উপরে আস্তরণ ফেলিতে পারে, (iv) পরস্পরে একই বকম আণবিক আকৃতিতে গঠিত—সেইরূপ স্ফটিককে সমাকৃতি স্ফটিক বা ‘আইসোমরফাস ক্রিস্টাল’ (Isomorphous crystal) বলা হয় এবং স্ফটিক গঠনের এরূপ ধর্মকে বলা হয় সমাকৃতিত্ব বা আইসোমরফিজম।

কয়েকটি সমাকৃতি যৌগিক পদার্থের উদাহরণ :

1. জিংক সালফেট ($\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) ম্যাগনেসিয়াম সালফেট ($\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$), ফেরাস সালফেট ($\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$).

2. পটাশিয়াম পারক্লোবেট (KClO_4) ও পটাশিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO_4).

3. কিউপ্রাস সালফাইড (Cu_2S), সিলভার সালফাইড (Ag_2S)

4. পটাশিয়াম সালফেট (K_2SO_4), পটাশিয়াম ক্রোমেট (K_2CrO_4)

5. ম্যাঙ্গানাস কার্বনেট ($MnCO_3$) [রোডোক্রোসাইট] এবং ক্যাল-সিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) [ক্যালসাইট] ।

6. অ্যামোনিয়াম সালফেট $[(NH_4)_2SO_4]$ এবং পটাসিয়াম সালফেট $[K_2SO_4]$

যে বৎসরে ডালং ও পেটিট পারমাণবিক তাপের সূত্রটি প্রকাশ করেন জার্মান বিজ্ঞানী মিত্‌শারলিস বিভিন্ন যৌগিক পদার্থের সমাকৃতি বিশ্লেষণ করিয়া সেই বৎসরেই (1819) সমাকৃতি সূত্র বা 'ল অব আইসোমরফিজম' (Law of Isomorphism) প্রকাশ করেন। সূত্রটি অম্লরূপ :—

সমাকৃতি স্ফটিকে সমসংখ্যক পরমাণু সমভাবে সংযুক্ত থাকে। অর্থাৎ, বিভিন্ন সমাকৃতি স্ফটিকের ফর্মুলা বা আকৃতি একই রকম।

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ও $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ —ম্যাগনেসিয়াম ও আয়রনের এই সালফেট যৌগ দুইটির স্ফটিকাকৃতি একবকম, গঠন একবকম এবং পরমাণুর সংখ্যাও এক—পার্থক্য শুধু ম্যাগনেসিয়াম (Mg) ও আয়রন (Fe) পরমাণু দুইটির বিভিন্নতায়। এই সমস্ত সমাকৃতি যৌগিক পদার্থ পারস্পরিক বিক্রিয়ায় একটি পরমাণু অপার মৌলিক পদার্থের ঠিক একটি পরমাণুকে প্রতিস্থাপিত (replace) করে,—অর্থাৎ একরূপ স্ফটিকগুলি পরস্পরে সমান সংখ্যক পরমাণুর দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

যে সমস্ত মৌলিক পদার্থ অম্লরূপ সমাকৃতি যৌগ গঠনে সক্ষম মিত্‌শারলিসের সূত্রটিব একরূপ বৈশিষ্ট্য অবলম্বন করিয়া তাহাদের পারমাণবিক গুরুত্ব এইভাবে নির্ণয় করা যায় :

মনে কব, দুইটি সমাকৃতি যৌগে মৌলিক পদার্থ A ও B প্রতিস্থাপিত হয় W_1 ও W_2 —একরূপ ওজনের পবিমাণে। A ও B-এব পারমাণবিক গুরুত্ব x এবং y , মিত্‌শারলিসের সূত্র অনুযায়ী এক যৌগেব একটি পবমাণু অপার সমাকৃতি যৌগের ঠিক একটি পরমাণু প্রতিস্থাপিত কবিবে। সুতরাং মৌলিক পদার্থ A-এব পরমাণু সংখ্যা = মৌলিক পদার্থ B-এর প্রতিস্থাপিত পরমাণু সংখ্যা। অধিকন্তু,

$$\text{পরমাণুর সংখ্যা} = \frac{\text{পরমাণুর প্রতিস্থাপিত ওজন}}{\text{পারমাণবিক ওজন}}$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{A\text{-এব প্রতিস্থাপিত ওজন}}{A\text{-এব পারমাণবিক ওজন}} = \frac{B\text{-র প্রতিস্থাপিত ওজন}}{B\text{-র পারমাণবিক ওজন}}$$

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{A\text{-র প্রতিস্থাপিত ওজন}}{B\text{-র প্রতিস্থাপিত ওজন}} = \frac{A\text{-র পারমাণবিক ওজন}}{B\text{-ব পারমাণবিক ওজন}}, \text{ অর্থাৎ } \frac{W_1}{W_2} = \frac{x}{y}$$

গণনা :

1. In two isomorphous compounds of Cu_2S and Ag_2S percentages of sulphur are 20.14 and 12.94. At. wt. of copper is 63.57. What is the atomic weight of silver ?

Cu_2S যৌগে Cu-এর পরিমাণ = $100 - 20.14 = 79.86$ (গ্রাম)

অর্থাৎ 79.86 গ্রাম Cu 20.14 গ্রাম S-এর সঙ্গে যুক্ত হয়

Ag_2S যৌগে Ag-এর পরিমাণ = $100 - 12.94 = 87.06$

অর্থাৎ 87.06 গ্রাম Ag, 12.94 গ্রাম S-এর সঙ্গে যুক্ত হয় ;

সুতরাং 20.14 গ্রাম সালফারের সঙ্গে Ag যুক্ত হইবে

$$= \frac{87.06 \times 20.14}{12.94} \text{ গ্রাম} = 135.5 \text{ গ্রাম}$$

মিত্শাবলিসের সূত্র অনুযায়ী সম-ওজনের (20.14) সালফারের সঙ্গে যে অল্পপাতে Ag ও Cu যুক্ত হয় তাহা Ag ও Cu-এর পারমাণবিক আত্মপাতিক ওজনের সমান।

Ag-এর পারমাণবিক ওজন = প্রতিস্থাপিত Ag-এর ওজন

Cu-এর পারমাণবিক ওজন = প্রতিস্থাপিত Cu-এর ওজন

$$\text{অথবা, } \frac{\text{Ag-এর পারমাণবিক ওজন}}{63.57} = \frac{135.5 \text{ গ্রাম}}{79.86 \text{ গ্রাম}}$$

$$\text{অর্থাৎ, Ag-র পারমাণবিক ওজন (গুরুত্ব)} = \frac{135.5 \times 63.57}{79.86} = 107.9$$

2. In the isomorphous compounds of KClO_3 and KMnO_4 percentages of K are 28.16% and 24.68% respectively. Again the percentages of Cl is 25.63% and of Mn is 34.82. What is the at. wt. of Mn ?

$$\text{KClO}_3 \text{ যৌগে } 24.68 \text{ গ্রাম K যুক্ত হইবে } \frac{25.63}{28.16} \times 24.68$$

$$= 21.46 \text{ গ্রাম Cl-এর সঙ্গে}$$

Cl এবং Mn যে আত্মপাতিক ওজনে K-এর সম ওজনের (24.68 গ্রামের) সঙ্গে যুক্ত হয় তাহা ইহাদের পারমাণবিক গুরুত্বের আত্মপাতিক।

$$\text{সুতরাং } \frac{\text{Mn-এর পারমাণবিক ওজন}}{\text{Cl-এর পারমাণবিক ওজন}} = \frac{\text{প্রতিস্থাপিত Mn-এর ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত Cl-এর ওজন}}$$

$$\text{অথবা, Mn-এর পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{34.82}{21.46} \times 35.5 = 55.04$$

3. Potassium selenate (containing 35.77 % Se) is isomorphous with potassium sulphate which contains 18.39% of S. Assuming that the at. wt. of S is 32, find the at. wt. of Se.

K_2SO_4 যোগে 18.39 গ্রাম S যুক্ত হয় (100 - 18.39) অর্থাৎ, 81.61 গ্রাম K ও O এর সঙ্গে।

K_2SeO_4 যোগে 35.77 গ্রাম Se যুক্ত হয় (100 - 35.77)

অর্থাৎ 64.23 গ্রাম K ও O-এর সঙ্গে

হুতরাং, 81.61 গ্রাম K এবং O-এর সঙ্গে Se যুক্ত হইবে

$$= \frac{35.77}{64.23} \times 81.61 = 45.5 \text{ গ্রাম}$$

সমগুরুত্বের K ও O-এর (81.61) সঙ্গে যে অনুপাতে Se ও S যুক্ত হয় তাহা Se ও S-এর পারমাণবিক গুরুত্বের অনুপাতের সমান ,

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{\text{Se-এর পারমাণবিক গুরুত্ব}}{\text{S-এর পারমাণবিক গুরুত্ব}} = \frac{\text{প্রতিস্থাপিত Se-এর ওজন}}{\text{প্রতিস্থাপিত S-এর ওজন}}$$

$$\text{অথবা, Se-এর পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{45.5}{18.39} \times 32 = 79.2$$

Questions to be discussed

1. Determine the relation between atomic weight and equivalent weight. The chlorides of a metal was found to contain 47.22% of the metal. Its sp. heat is 0.94. What is its exact at. wt. of the metal ?

$$\begin{aligned} \text{সংকেত : } [\text{ বাতুর তুল্যাক : ক্লোরাইডে ক্লোরিন} &= (100 - 47.22) \text{ গ্রাম} \\ (100 - 47.22) \text{ গ্রাম ক্লোরিন যুক্ত হয় } 47.22 \text{ গ্রাম বাতুর সঙ্গে} \\ 35.5 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \left(\frac{47.22}{100 - 47.22} \right) \times 35.5] \end{aligned}$$

2. What is the Law of Isomorphism ? Why magnesium sulphate and ferrous sulphate are called isomorphous ? Explain by giving the formulæ of these compounds.

3. What is the accurate atomic wt. of an element ? What are the methods of determining atomic weight ? State the principle of Dulong and Petit method. Sp. heat of an element is 0.198. What is its probable at. wt ? [Ans. 32.32]

4. Describe a method by which the at. wt. of carbon can be determined.

5. How atomic weight is related to equivalent weight ?

[H. S. Exam. 1960]

1 gm of a metal produces 1242 c.c. of H_2 at N. T. P. Sp. ht. of the metal is 0.238. What are the equivalent wt., at. wt. and valency of the metal ?

$$H\text{-এর গুণন} = 1242 \times '0009 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{বাতুর ভলিউম} = \frac{1}{1242 \times '00009} = 8.99$$

$$\text{বাতুর আস্থানিক পারমাণবিক গুরুত্ব} = \frac{6.4}{.238} = 26.8$$

$$\text{যোজ্যতা} = A/E = V = \frac{26.8}{8.99} = 3$$

$$\text{সঠিক পারমাণবিক গুরুত্ব} = 3 \times 8.99 = 26.97$$

6. The chloride of a metal contains 65.84% of chlorine. Its vapour density 85, calculate eq wt, valency and at. wt. of the metal.

(Ans. Eq. wt.—18.42, At. wt—55.26, Valency—3)

7. Can you determine the accurate at. wt. of an element with the help of Dulong and Petit Law ? 0.589 gm of a metal when converted to its chloride weighs .07175 gm. The sp. heat of the metal is .059. What is its correct at wt. ? (Cl—35.5)

(Ans. 107.9)

8. What do you understand by the statement "the at. wt. of chlorine is 35.5" ? How would you determine equivalent wt. when at. wt. and valency of an element are given ?

9. What is isomorphism ? State the Law of Isomorphism. Illustrate it with example. Sulphate of a metal contains 20.9% metal. It is isomorphous with $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. What is the approximate at. wt. of the metal ? (Ans. 58.7)

10. What are the characteristics of isomorphous compounds ? An element A forms a chloride containing 29.34% of chlorine and is isomorphous with KCl. Calculate its atomic wt.

(Ans. 85.37)

~~11.~~ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ is isomorphous with $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. In the latter 9.76% of Mg and 13.01% of S are present. In the first compound Zn is present by 22.7% and S by 11.48% ; At. wt. of Zn = 65.5, Find the at. wt. of Mg. (Ans. 24.186)

12. A metal forms three volatile chlorides containing 23.6, 38.2 and 48.3 percentages of chlorine respectively. Its sp. heat is 0.055. Find the exact at. wt. of the metal. (Ans. 114.44)

13. The vapour density of chloride of an element is 66 and the oxide of the element contains 53% of the element. Calculate the valency and the at. wt. of the element. (Ans. $V=3$, At. wt.=27)

✓ 14. KMnO_4 is isomorphous with KClO_4 and contains 34.81% of Mn. What is the at. wt. of Mn? Same as $\rightarrow 9$ (Ans. 55)

15. 1 gm of a metal produces 124.2 c.c. H_2 at N.T.P. Sp. heat of the metal is 0.238. Find the eq. wt. and valency of the metal. (Ans. $V=2$, eq. wt.=20.15, at. wt.=40.3)

16. The chloride of a metal contains 65.84% of chlorine. Its vapour density is 85. Calculate the eq. wt., valency and at. wt. of the metal.

(Ans. Eq. wt 18.42 ; At. wt. 55.26, Valency=3)

17. Explain the difference between equivalent weight and atomic weight of an element. Under what condition have they the same value? Give two illustrations.

18. Can the equivalent weight of an element be same as its atomic weight? Why? Will the atomic weight of an element be different in case of different equivalent weight of an element? Explain your answer with reference to nitrogen

19. What do you mean by atomic weight of an element? Describe a method for its determination. When is the atomic weight accurate?

0.125 gm of the chloride of a metal contains 0.054 gm of metal. The specific heat of the metal is 0.231. Calculate its at. weight. (At. wt. of Chlorine is 35.5). [H.S. 1963] [Ans. 27]

20. Write short notes on: (a) Dulong and Petit's Law (b) Isomorphism. (H.S. 1964 (Comp))

21. What do you mean by 'atomic weight' of an element, Describe a method for its determination by utilizing Avogadro's law. Illustrate with an example. How would you determine the accurate atomic weight of an element? (H.S. 1965)



তড়িৎবিশ্লেষণ বা ইলেকট্রোলিসিস

সুইচ খুলিয়া দিলেই বিজলীবাতি জলিয়া উঠে এবং সুইচ বন্ধ করিলেই বাতি নিভিয়া যায়। একরূপ ঘটনায় বোঝা যে, তামার তারে বিদ্যুৎ অনায়াসে চলাচল করিতে পারে এবং একরূপ বিদ্যুৎ বা তড়িৎ পরিবহনের কালে তামার তাবে কোন রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না। তাই, প্রয়োজনমত বিজলী বাতি জ্বালানো বা নিভানো যায়। তামা, লোহা, সোনা, রূপা একরূপ প্রতিটি কঠিন ধাতুর ভিতর দিয়া তড়িৎ অনায়াসে চলাচল করিতে পারে। কিন্তু কাঠ, গন্ধক, চিনি, সাধাবণ অঙ্কাব, কাচ ও রবার জাতীয় কঠিন পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচল করিতে পারে না। তরল পদার্থের মধ্যে ধাতব পাবদেব ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচল করিতে পারে এবং যে-কোন অ্যাসিড, ক্ষাব বা লবণের দ্রবণের ভিতর দিয়াও তড়িৎ অনায়াসে চলাচল করিতে পারে, কিন্তু তাবপিন তেল, পেট্রল, চিনির দ্রবণ ইত্যাদি পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচল করিতে পারে না। সুতরাং দেখা যায়, কোন কোন পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচল করিতে পারে কিন্তু কোন কোন পদার্থ তড়িৎ পরিবহণে অক্ষম।

তড়িৎপরিবাহী ও অপরিবাহী পদার্থ (Conductor and non-conductor): যে-সকল পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ বা বিদ্যুৎ চলাচল করিতে পারে অর্থাৎ, যে-সকল পদার্থ বিদ্যুৎ বা তড়িৎ পরিবহণে সক্ষম তাহাদের বলা হয় **তড়িৎপরিবাহী বা কন্ডাক্টর (conductor)** এবং যে-সকল পদার্থ বিদ্যুৎ বা তড়িৎ পরিবহণে অক্ষম তাহাদের বলা হয় **তড়িৎ-অপরিবাহী বা নন-কন্ডাক্টর (non-conductor)**। চিনির দ্রবণ তড়িৎ পরিবহণে অক্ষম কিন্তু লবণের দ্রবণ তড়িৎ-পরিবহণে সক্ষম।

যে-সকল পদার্থ তড়িৎ পরিবহণে সক্ষম তাহাদের প্রকৃতি দুই রকম। তামা বা অন্তর যে-কোন ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচলের ফলে সেই ধাতুর মধ্যে কোন রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে না। কিন্তু অ্যাসিড,

কারক (base) বা লবণ (salt) জাতীয় বৌগিক পদার্থের দ্রবণের ভিতর দিয়া তড়িৎ চলাচলের ফলে ইহাদের মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে এবং ইহার ফলে এই বৌগিক পদার্থগুলি ভাঙিয়া অম্ল পদার্থ গঠিত হয়। ,

তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট (Electrolyte): যে বৌগিক দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণে সক্ষম এবং তড়িৎ পরিবহণের ফলে যাহা বিস্ফিষ্ট হইয়া যায় তথা যাহার মধ্যে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে সেরূপ বৌগিকে বলা হয় তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট। অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ জাতীয় বৌগিক এরূপ ইলেক্ট্রোলাইট বা তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য। কঠিন অবস্থায় ক্ষার ও লবণ তড়িতের অধম পরিবাহী (bad conductor) কিন্তু দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় ইহা বা উত্তম তড়িৎ পরিবাহী (good conductor)।

তড়িদ্বিচ্ছেদন (Electrolysis): দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য বা ইলেক্ট্রোলাইটের ভিতর দিয়া তড়িৎ প্রবাহের ফলে সেই যৌগেব যে রাসায়নিক বিচ্ছেদন (chemical decomposition) ঘটে সেই পদ্ধতিকে তড়িদ্বিচ্ছেদন বা ইলেক্ট্রোলিসিস বলা হয়। [পূর্বতর সংজ্ঞা পরে দ্রষ্টব্য]

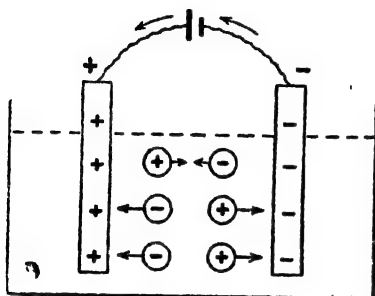
অ্যাসিড মিশ্রিত জলের (H_2O) মধ্যে তড়িৎপ্রবাহ চালাইলে জল ভাঙিয়া বা বিস্ফিষ্ট হইয়া হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের ($NaCl$) মধ্যে অনুরূপভাবে তড়িৎ-প্রবাহেব ফলে সোডিয়াম ও ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। একপ পদ্ধতিতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এবং সোডিয়াম ও ক্লোরিন উৎপাদনের প্রক্রিয়াকে যথাক্রমে বলা হয় জল এবং সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিচ্ছেদন।

তড়িদ্বিচ্ছেদন-যন্ত্র ভল্টামিটার

যে পাত্রে তড়িদ্বিচ্ছেদন ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয় সেই পাত্রটিকে বলা হয় **ভল্টামিটার (voltmeter)** বা **তড়িদ্বিচ্ছেদী লেখ**। এই পাত্রে রাখা হয় বিগলিত তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য (Electrolyte) বা সেই পদার্থের দ্রবণ। এই তরলের মধ্যে বুলাইয়া রাখা হয় দুইটির ধাতুর দণ্ড।

তড়িদ্বিদ্য (Electrode): এরূপ যে ধাতু-দণ্ড দুইটির একটির মাধ্যমে তড়িৎবিচ্ছেদ পদার্থের মধ্যে ব্যাটারী হইতে তড়িৎ-প্রবাহ প্রবেশ করে এবং

তড়িৎ-বিশ্লেষণ তথা ইলেকট্রোলাইটের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইয়া অপর দণ্ডের মাধ্যমে ব্যাটাবিতে ফিরিয়া যায় উহাদের বলা হয় তড়িদ্বার বা ইলেক্ট্রোড। যে-তড়িদ্বার ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্তেব সঙ্গে সংযুক্ত থাকে এবং যে পথে তড়িৎ ভন্টামিটারে প্রবেশ করে তাহাকে বলা হয়



তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতি

পজিটিভ তড়িদ্বার বা পজিটিভ ইলেক্ট্রোড (positive electrode) বা অ্যানোড (anode) এবং যে-তড়িদ্বার ব্যাটারীর নেগেটিভ প্রান্তেব সঙ্গে সংযুক্ত থাকে এবং যে-পথে তড়িৎ ভন্টামিটার হইতে নির্গত হয় তাহাকে বলা হয় নেগেটিভ তড়িদ্বার

বা নেগেটিভ ইলেক্ট্রোড (negative electrode) বা ক্যাথোড (Cathode)। ব্যাটারীর পজিটিভ প্রান্ত হইতে তড়িদ্বার পজিটিভ তড়িদ্বারের পথে ভন্টামিটারে প্রবেশ কবে এবং তড়িদ্বিচ্ছেদন ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইয়া নেগেটিভ তড়িদ্বারের পথে তড়িদ্বার প্রবাহ আবার ব্যাটারীতে প্রত্যাবর্তন করে। এইভাবে ভন্টামিটারের মধ্যে তড়িৎ চলাচল অব্যাহত অব্যাহত থাকে। সাধারণত প্লাটিনাম, তামা, লোহা ইত্যাদি ধাতু বা পাত অথবা গ্রাফাইট জাতীয় কার্বন দণ্ড তড়িদ্বার রূপে ব্যবহার করা হয়।

তড়িদ্বিচ্ছেদন ও আয়ন গঠন

[Electrolytic dissociation and Ion Formation]

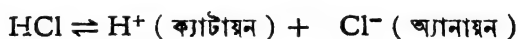
তড়িৎবিশ্লেষণ বা ইলেকট্রোলাইট দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় স্বাভাবিকভাবেই মূল উপাদানরূপে বিয়োজিত (dissociated) হইয়া যায়। এরূপ বিচ্ছিন্ন উপাদান তথা পরমাণু বা মূলকের গায় তড়িদ্বার বা চার্জ প্রকাশ পায়। বিযুক্ত যৌগের একাংশে প্রকাশ পায় পজিটিভ তড়িদ্বার বা পজিটিভ চার্জ এবং অপবাংশে প্রকাশ পায় নেগেটিভ তড়িদ্বার বা নেগেটিভ চার্জ। বিযুক্ত যৌগের এরূপ তড়িদ্বারী অংশ দুইটি তথা পরমাণু বা মূলকে পজিটিভ ও নেগেটিভ তড়িতের মাত্রা বা চার্জ সমান থাকে বলিয়া দ্রবণ বা

বিগলিত তড়িৎ-বিশ্লেষণ তথা ইলেক্ট্রোলাইটে তড়িৎধর্মের কোন বাহ্যিক লক্ষণ থাকে না। তাই স্বাভাবিক অবস্থায় দ্রবণ বা গলিত যৌগকে তড়িৎধর্ম নিবপেক্ষ বা প্রথম অবস্থায় (neutral) পাওয়া যায়।

আয়ন (Ion) : তড়িৎবাহী পরমাণু বা মূলককে বলা হয় আয়ন। সাধারণত গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ-বিশ্লেষণ তথা ইলেক্ট্রোলাইট বিয়োজিত হইয়া আয়ন গঠন করে। যে পরমাণু বা মূলক পজেটিভ তড়িৎ বা চার্জ বহন করে তাহাকে বলা হয় পজেটিভ আয়ন বা ক্যাটায়ন (Positive ion or Cation) এবং যে পরমাণু বা মূলক নেগেটিভ তড়িৎ বা চার্জ বহন করে তাহাকে বলা হয় নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন (Negative ion or Anion), [আয়ন শব্দেব অর্থ পরিব্রাজক।] পরমাণু আয়নে পরিণত হইলেও উভয় অবস্থায় ইহাদের ওজন একই থাকে।

অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ তড়িৎবিশ্লেষণ পদার্থ বা ইলেক্ট্রোলাইট। ইহারা দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় প্রতিমুখী পদ্ধতিতে বিয়োজিত (Reversible dissociation) হইয়া পজেটিভ ও নেগেটিভ আয়ন তথা ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন গঠন করে। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) বিয়োজিত হইয়া গঠন করে পজেটিভ চার্জবাহী হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং নেগেটিভ চার্জবাহী ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-)। ক্ষারীয় যৌগ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) বিয়োজনে পজেটিভ চার্জবাহী সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এবং নেগেটিভ চার্জবাহী হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) গঠিত হয়। অল্পকপভাবে অ্যামোনিয়াম সালফেট $[(NH_4)_2SO_4]$ লবণ বিয়োজনে অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) এবং সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) গঠিত হয়।

বিভিন্ন ইলেক্ট্রোলাইটের প্রতিমুখী বিয়োজন পদ্ধতি (Reversible dissociation) সমীকরণেব আকারে অল্পকপভাবে দেখানো যায় :



তড়িৎবিশ্লেষণ যৌগ	ক্যাটায়ন		অ্যানায়ন
HNO_3	$\rightleftharpoons H^+$	+	NO_3^-
H_2SO_4	$\rightleftharpoons H^+ + H^+$	+	SO_4^{2-}
$NaOH$	$\rightleftharpoons Na^+$	+	OH^-
$Ca(OH)_2$	$\rightleftharpoons Ca^{++}$	+	$OH^- + OH^-$
$NaCl$	$\rightleftharpoons Na^+$	+	Cl^-
$AlCl_3$	$\rightleftharpoons Al^{+++}$	+	$Cl^- + Cl^- + Cl^-$

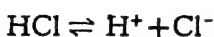
গ্রাম-আয়ন (Gram Ion) : কোন তড়িদ্বাহী পরমাণু বা মূলক-রূপে গঠিত আয়নের ওজন গ্রাম হিসাবে প্রকাশ করা হইলে সেই ওজনকে-গ্রাম-আয়ন বলা হয়। বস্তুত, ওজন হিসাবে একটি গ্রাম-আয়ন অগণিত আয়নের সংযুক্ত তথা সমষ্টিগত ওজন।

আয়নের তড়িদৃশক্তি বা চার্জ (Ionic charge) : একটি আয়ন যে মাত্রায় তড়িদৃশক্তি বা চার্জ বহন করে তাহাই সেই আয়নের চার্জ। এরূপ তড়িদৃশক্তি বা চার্জের মাত্রা নির্ভর করে মৌলিক আয়ন বা মূলক আয়নের যোজ্যতার উপরে। এক মাত্রা যোজ্যতার জন্য একটি আয়ন এক ইয়ুনিট তথা এক একক নেগেটিভ বা পজিটিভ তড়িদৃশক্তি বা চার্জ বহন করে। ধাতু-ধর্মী মৌল বা মূলক পজিটিভ চার্জ বহন করে এবং অধাতু-ধর্মী মৌল বা মূলক নেগেটিভ চার্জ বহন করে। হাইড্রোজেন অধাতু হওয়া সত্ত্বেও ধাতু ব্রায় ব্যবহার করে বলিয়া সাধারণত পজিটিভ চার্জ বহন করে। অ্যামোনিয়াম মূলক (NH_4) ধাতুধর্মী বলিয়া পজিটিভ চার্জ (NH_4^+) বহন করে। অ্যাসিড মূলক (NO_3 , SO_4 , Cl ইত্যাদি) এবং হাইড্রোক্সিল মূলক (OH) নেগেটিভ চার্জ বা তড়িদৃশক্তি (NO_3^- , SO_4^{--} , Cl^- , OH^-) বহন করে। পরমাণু বা মূলকেব গায় ‘+’ চিহ্ন দ্বারা এক মাত্রা বা এক ইয়ুনিট (unit) পজিটিভ চার্জ বা তড়িদৃশক্তি এবং ‘-’ চিহ্ন দ্বারা একমাত্রা বা এক ইয়ুনিট (unit) নেগেটিভ চার্জ বা তড়িদৃশক্তি নির্দেশ করা হয়। যথা :

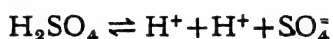
মৌল বা মূলক	যোজ্যতা	আয়নের চার্জ	আয়নের প্রতীক
H	1	1	H^+
Cl	1	1	Cl^-
Ca	2	2	Ca^{++}
Al	3	3	Al^{+++}
NO_3	1	1	NO_3^-
OH	1	1	OH^-
SO_4	2	2	SO_4^{--}
PO_4	3	3	PO_4^{--}
NH_4	1	1	NH_4^+

আয়নের সংখ্যা ও বিপরীত-ধর্মী চার্জ বা তড়িদৃশক্তির সমতা (Number of Ions and balancing of opposite charges) : ইলেকট্রোলাইট বা তড়িদৃ-বিশ্লেষ্য বিয়োজনের ফলে যে পজিটিভ আয়ন বা

ক্যাটায়ন এবং নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন সৃষ্টি হয় তাহাদের সংখ্যা সমান না-ও হইতে পারে কিন্তু পজিটিভ ও নেগেটিভ চার্জের মোট সংখ্যা সব সময়ে সমান হইবে। যদি গঠিত আয়নের যোজ্যতা সমান হয় তাহা হইলে এরূপ বিপরীত-ধর্মী আয়নের সংখ্যাও সমান হইবে। হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন উভয়ের যোজ্যতা এক। সুতরাং এক অণু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বিয়োজনে একটি হাইড্রোজেন আয়ন ও একটি ক্লোরিন আয়ন গঠিত হইবে। যথা :



হাইড্রোজেনের যোজ্যতা এক এবং সালফেট মূলকের (SO_4) যোজ্যতা দুই। সুতরাং মোট আয়নের পজিটিভ ও নেগেটিভ চার্জের সমতাব জ্ঞত দুইটি হাইড্রোজেন আয়ন এবং একটি সালফেট আয়ন গঠিত হইবে। যথা :



অ্যালুমিনিয়ামের যোজ্যতা তিন এবং সালফেট মূলকের যোজ্যতা দুই। সুতরাং বিপরীত-ধর্মী আয়নের নেগেটিভ ও পজিটিভ চার্জের সমতাব জ্ঞত দুইটি অ্যালুমিনিয়াম আয়ন এবং তিনটি সালফেট আয়ন গঠিত হইবে। যথা :



এই প্রতিমুখী সমীকরণটি বিশ্লেষণ করিলে দেখা যায় যে অ্যালুমিনিয়াম ও সালফেট মূলকের উভয়ক্ষেত্রে মোট যোজ্যতা ছয় অর্থাৎ নেগেটিভ চার্জের মাত্রাও ছয় এবং পজিটিভ চার্জের মাত্রাও ছয়।

প্রতিটি অ্যাসিড একাংশে পজিটিভধর্মী হাইড্রোজেন এবং অপব অংশে অ্যাসিড মূলক দ্বারা গঠিত। যথা : $\text{H} : \text{Cl}$, $2\text{H} : \text{SO}_4$, $\text{H} : \text{NO}_3$, $3\text{H} : \text{PO}_4$ ইত্যাদি। ক্ষার একাংশে ক্ষারকীয় বা ধাতব মূলক (Basic or metallic radical), অপবাংশে হাইড্রোক্সিল মূলক (OH) দ্বারা গঠিত। যথা : $\text{Na} : \text{OH}$, $\text{Ca} : 2(\text{OH})$, $\text{NH}_4 : \text{OH}$ ইত্যাদি। লবণও অণুরূপভাবে একাংশে ধাতব মূলক এবং অপবাংশে অ্যাসিড মূলক দ্বারা গঠিত। যথা : $\text{Na} : \text{Cl}$, $\text{Cu} : \text{SO}_4$, $2\text{Na} : \text{SO}_4$, $\text{Al} : \text{PO}_4$ ইত্যাদি। সাধারণত লবণ বা ক্ষারের গঠনে ধাতব পরমাণুকে ধাতব-মূলক বা ক্ষারকীয়-মূলক (Basic radical) বলা হয়। তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ জাতীয় ইলেক্ট্রোলাইট মূল উপাদানের পৃথক অংশে বিভক্ত হইয়া কত

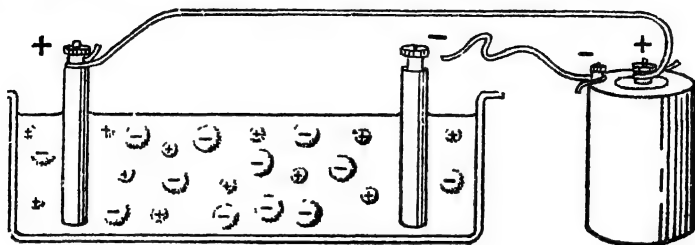
মাত্রার পজেটিভ বা নেগেটিভ চার্জসহ কিভাবে আয়ন গঠন করে নিচে তার কয়েকটি উদাহরণ দেওয়া হইল :

তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট	ক্যাটায়ন বা পজেটিভ আয়ন (+)	অ্যানায়ন বা নেগেটিভ আয়ন (-)
অ্যাসিড		
HCl	H^+	Cl^- (ক্লোরাইড)
HNO_3	H^+	NO_3^- (নাইট্রেট)
H_2SO_4	$H^+ + H^+$	SO_4^{2-} (সালফেট)
H_3PO_4	$H^+ + H^+ + H^+$	PO_4^{3-} (ফসফেট)
ক্ষার		
NaOH	Na^+	OH^- (হাইড্রক্সিল)
KOH	K^+	OH^-
$Ca(OH)_2$	Ca^{++}	$OH^- + OH^-$ „
লবণ		
NaCl	Na^+	Cl^- (ক্লোরাইড)
$CuSO_4$	Cu^{++}	SO_4^{2-} (সালফেট)
$Al_2(SO_4)_3$	$Al^{+++} + Al^{+++}$	$SO_4^{2-} + SO_4^{2-} + SO_4^{2-}$
NH_4Cl	NH_4^+	Cl^- (ক্লোরাইড)
$AgNO_3$	Ag^+	NO_3^- (নাইট্রেট)
জল		
H_2O (HOH)	H^+	OH^- (হাইড্রোক্সিল)

তড়িৎবিশ্লেষণ (Electrolysis)

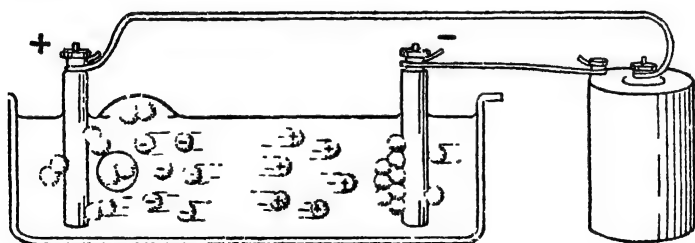
অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ-জাতীয় যৌগ তড়িৎবিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট (electrolyte)। ইহাবা কঠিন অবস্থায় তড়িৎ পরিবহণ কবিতো পারে না। জলে দ্রবীভূত (solution) অবস্থায় অথবা উত্তাপেব ফলে গলিত (fused) অবস্থায় ইহাবা তড়িৎ পরিবহণে সক্ষম। এইরূপ তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় আয়নরূপে বিয়োজিত (dissociated) হইয়া যায়। এই তড়িৎবাহী আয়নগুলিই তড়িৎ পরিবহণেব কাজ কবে। তড়িৎদ্বারের সঙ্গে ব্যাটারী সংযোগের পূর্বেই ইলেক্ট্রোলাইট বা তড়িৎবিশ্লেষ্য বিয়োজিত হইয়া অগণিত পজেটিভ ও

নেগেটিভ আয়ন তথা ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন গঠন করে। [ব্যাটারীর সঙ্গে তড়িদ্বার দুইটি সংযোগের পূর্বেই কিভাবে দ্রবণে বা গলিত পদার্থে আয়ন গঠিত হয় নিচের চিত্রে তাহা দ্রষ্টব্য।]



ব্যাটারী সংযোগের পূর্বে দ্রবণে পজ্জিটিভ ও নেগেটিভ আয়ন গঠন

ভন্টামিটারের তড়িদ্বারের (electrode) সঙ্গে ব্যাটারীর পজ্জিটিভ ও নেগেটিভ প্রান্ত সংযোগের ফলে দ্রবীভূত অথবা গলিত ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত হইতে থাকে। দ্রবণে তড়িৎ-প্রবাহ বহন করে আয়ন। ভন্টামিটারের ইলেক্ট্রোডের সঙ্গে ব্যাটারী সংযোগের ফলে পজ্জিটিভ আয়ন বা ক্যাটায়নগুলি নেগেটিভ তড়িদ্বার বা ক্যাথোডের দিকে আকর্ষিত হইয়া ধাবিত হয় এবং তড়িদ্বারে বিপবীত-ধর্মী নেগেটিভ তড়িতেব সংস্পর্শে প্রশমিত হইয়া নিবপেক্ষ বা প্রশম (neutral) পরমাণু বা মূলকরূপে তড়িদ্বারে সঞ্চিত হয়। অনুরূপভাবে নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন পজ্জিটিভ তড়িদ্বার বা অ্যানোডের দিকে ধাবিত হয় এবং বিপবীত ধর্মী পজ্জিটিভ তড়িতেব

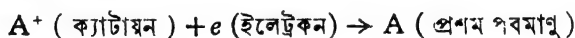


ব্যাটারী সংযোগের পরে তড়িদ্বারের দিকে আয়নের আকর্ষণে তড়িৎবিভ্রাণ প্রশমী সংস্পর্শে নিবপেক্ষ পরমাণু বা মূলকে পবিণত হইয়া তড়িদ্বারে সঞ্চিত হয়। [ব্যাটারীর তড়িৎ-সংযোগে অর্থাৎ তড়িৎপ্রবাহের ফলে কি ভাবে আয়নগুলি বিপবীত-ধর্মী তড়িদ্বারের দিকে আকর্ষিত হইয়া প্রশম বা নিবপেক্ষ কণারূপে সঞ্চিত হয় উপবেব চিত্রে তাহা দ্রষ্টব্য।]

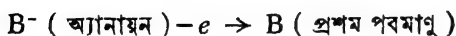
তড়িদ্বিপ্লেষণ (Electrolysis) : দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় আয়নিত (ionised) কোন ইলেক্ট্রোলাইট তথা তড়িদ্বিপ্লেষকের মধ্যে তড়িৎ চালাইলে তড়িদ্বারে আয়ন প্রশমিত হইয়া যেভাবে র্যোগটির বিপ্লেষণ ঘটে সেই প্রণালীকে তড়িদ্বিপ্লেষণ বা ইলেক্ট্রো-লাইসিস বলা হয়। গলিত সোডিয়ামের ক্লোরাইড ভিতর দিয়া সোডিয়াম (Na^+) ও ক্লোরিন আয়নের (Cl^-) সাহায্যে তড়িৎ প্রবাহিত হয় এবং এরূপ আয়ন বিপবীত-ধর্মী তড়িদ্বারে প্রশমিত হইয়া ক্যাথোডে প্রথম সোডিয়াম এবং অ্যানোডে প্রথম ক্লোরিন সঞ্চিত হয়। এরূপ পদ্ধতিকে বলা হয় সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিপ্লেষণ। যে পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়ন গঠনে অক্ষম, তাহা তড়িৎ বহনেও অক্ষম। পেট্রল, তারপিন তেল অথবা গলিত বা ঘন চিনি-দ্রবণ আয়ন গঠনে অক্ষম বলিয়া ইহা বা তড়িৎ বহনেও অক্ষম।

তড়িদ্বিপ্লেষণের কয়েকটি উদাহরণ

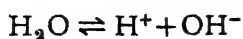
আয়ন প্রশমন পদ্ধতি : তড়িদ্বিপ্লেষণ ক্রিয়ায় পজেটিভ আয়ন নেগেটিভ তড়িদ্বারে তথা ক্যাথোডে নেগেটিভ তড়িতে সংস্পর্শে প্রশমিত হয়। পজেটিভ আয়নের এক ইয়ুনিট বা এক একক (unit) পজেটিভ তড়িৎ বা চার্জকে প্রশমিত করার জন্য এক ইয়ুনিট বা একক নেগেটিভ চার্জ বা তড়িৎ প্রয়োজন। এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িতে e , এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িদ্বাহী ইলেকট্রন কণা e , এক ইয়ুনিট পজেটিভ তড়িদ্বাহী আয়নকে প্রশমিত করার জন্য এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িৎ তথা একটি ইলেকট্রন সংযুক্ত করা প্রয়োজন। যথা :



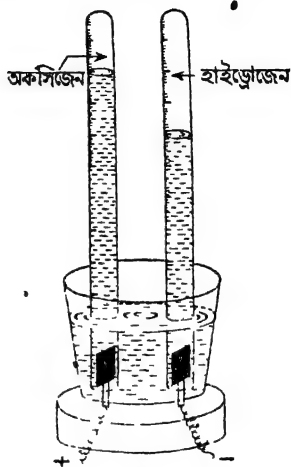
অনুরূপভাবে এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িদ্বাহী নেগেটিভ আয়নকে প্রশমিত করার জন্য এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িৎ বা একটি ইলেকট্রন বর্জন করা প্রয়োজন। যথা :



1. **জল (H_2O) :** জল মন্দ তড়িৎ-পরিবাহী (bad conductor) তড়িৎ-বিপ্লেষ বা ইলেক্ট্রোলাইট। জলের অণুগুলি সামান্য অংশে মাত্র হাইড্রোজেন ও হাইড্রোক্সিল আয়নরূপে বিয়োজিত হয়। যথা :

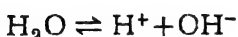


তড়িৎ-চালনার ফলে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) নেগেটিভ তড়িদ্বারে তথা ক্যাথোডে আকৃষ্ট হইয়া প্রথমে হাইড্রোজেন পবমাণু এবং পবে গ্যাসীয় হাইড্রোজেন অণুতে (H_2) পবিণত হইয়া ক্যাথোড হইতে নির্গত হইয়া যায়। পক্ষান্তবে তড়িৎ চালনার ফলে নেগেটিভ হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-), পজেটিভ তড়িদ্বারে বা অ্যানোডে আকৃষ্ট হইয়া প্রথমে নিবপেক্ষ বা প্রথম হাইড্রোক্সিল মূলকে পরিণত হয় এবং হাইড্রোক্সিল মূলকগুলি পাবম্পরিক বিক্রিয়ায় জল ও অক্সিজেন গঠন কবে। তাই, অ্যানোড হইতে তড়িদ্ব-বিচ্ছেষণের ফলে অক্সিজেন গ্যাস (O_2) নির্গত হয়। জলেব বিয়োজন এবং ক্যাথোড ও অ্যানোডেব বিক্রিয়া অন্তরূপ :



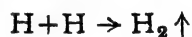
ভল্টামিটারে জলেব তড়িৎ-বিচ্ছেষণ

জলেব প্রতিমুখী বিয়োজন :

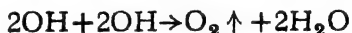


ইলেক্ট্রোড বিক্রিয়া :

ক্যাথোড বিক্রিয়া : $H^+ + e \rightarrow H$



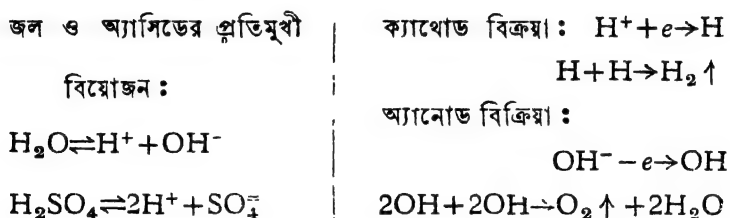
অ্যানোড বিক্রিয়া : $OH^- - e \rightarrow OH$



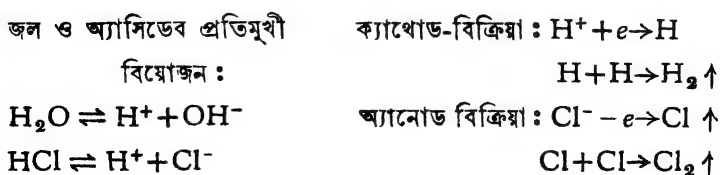
জলে হাইড্রোজেন ও হাইড্রোক্সিল আয়নের সংখ্যা খুব কম থাকে বলিয়া জলেব তড়িদ্বিচ্ছেষণের ফলে খুব ধীবে ধীবে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস এবং অ্যানোডে অক্সিজেন গ্যাস নির্গত হয়। জলে কয়েক ফোঁটা সালফিউবিক অ্যাসিড ফেলিলে জলের দ্রুত তড়িদ্বিচ্ছেষণ ঘটে।

২. লঘু সালফিউবিক অ্যাসিড ($Dil. H_2SO_4$) : সালফিউবিক অ্যাসিড মিশ্রিত জল বা লঘু সালফিউবিক অ্যাসিডেব তড়িদ্বিচ্ছেষণ ক্রিয়া একই বকম। যদি ভল্টামিটারে প্লাটিনাম তড়িদ্বার ব্যবহার কবা হয় তাহা হইলে ক্যাথোডে নির্গত হয় হাইড্রোজেন গ্যাস এবং অ্যানোডে অক্সিজেন গ্যাস। প্রাথমিক বিয়োজনে জল (সামান্য পবিমাণে) এবং সালফিউবিক অ্যাসিড হাইড্রোজেন (H^+), হাইড্রোক্সিল (OH^-), বা সালফেট আয়ন ($SO_4^{=}$) গঠন

করে। ব্যাটারী সংযোগের পরে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ক্যাথোডে নেগেটিভ তড়িতির সংস্পর্শে আসে অর্থাৎ ইলেকট্রন গ্রহণ করে। এরূপ ক্যাথোড-বিক্রিয়ায় প্রথমে হাইড্রোজেন পবমাণু গঠিত হয় এবং পরে এই পরমাণু (H) হাইড্রোজেন অণুতে (H_2) পরিণত হয়। হাইড্রোকসিল (OH^-) ও সালফেট (SO_4^{2-}) উভয় আয়নই অ্যানোডের দিকে আকর্ষিত হয়, কিন্তু অ্যানোড-বিক্রিয়া ঘটে শুধু হাইড্রোকসিল আয়নের সঙ্গে। কাবণ, সালফেট আয়নের তুলনায় হাইড্রোকসিল আয়নের তড়িৎক্ষরণ প্রবণতা (discharge potential) বেশি। তাই একমাত্র হাইড্রোকসিল আয়ন অ্যানোডে ইলেকট্রন বর্জন কবে এবং নিবপেক্ষ হাইড্রোকসিল মূলকগুলি পারস্পরিক বিক্রিয়ায় অকসিজেন ও জল গঠন করে। যথা :



3. ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (Conc. HCl) : সাধারণ হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড HCl-এব ঘন জলীয় দ্রবণ। সুতরাং অ্যাসিড দ্রবণে জল (সামান্য পবিমাণে) এবং অ্যাসিড বিয়োজিত হইয়া হাইড্রোজেন (H^+), ক্লোরাইড (Cl^-) এবং হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়ন গঠন কবে। ক্যাথোড বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন আয়ন ইলেকট্রন বা নেগেটিভ বিদ্যুৎ কণা গ্রহণ করিয়া প্রথমে হাইড্রোজেন পরমাণু এবং এই পরমাণু হাইড্রোজেন অণু গঠন করিয়া গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায়। হাইড্রোকসিল আয়নের তুলনায় ক্লোরাইডের তড়িৎক্ষরণ প্রবণতা বেশি বলিয়া অ্যানোডের বিক্রিয়ায় শুধু ক্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন বর্জন করিয়া প্রথমে পবমাণু এবং পরে অণু গঠন করিয়া ক্লোরিন গ্যাসরূপে নির্গত হয়। যথা :



লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (Dil. HCl) : হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিচ্ছেদে জলের পরিমাণ সামান্য থাকে বলিয়া অ্যানোডে তথা পজিটিভ তড়িদ্বারে ক্লোরিন নির্গত হয়। কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড খুব বেশি মাত্রায় লঘু হইলে অথবা কিছুক্ষণ তড়িৎবিচ্ছেদের পর দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের পরিমাণ কমিয়া গেলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। [লঘু জলীয় দ্রবণের তড়িৎবিচ্ছেদ পদ্ধতি দ্রষ্টব্য।]

4. গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড (Fused NaCl) : বিগলিত অবস্থায় সোডিয়াম ক্লোরাইড তড়িৎ বিয়োজিত হইয়া সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এবং ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) গঠন করে।

সোডিয়াম ক্লোরাইড একটি তীব্র বিস্ফোরক তড়িৎ-বিচ্ছেদ্য। ব্যাটারী সংযোগের পর সোডিয়াম আয়ন বিপবীতধর্মী ক্যাথোডে আকর্ষিত হইয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং নিবপেক্ষ সোডিয়ামে পরিণত হয়। ক্লোরাইড আয়ন অ্যানোডে আকৃষ্ট হইয়া ইলেকট্রন বর্জন করে এবং প্রথমে ক্লোরিন পদমাণু এবং পবে ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। যথা :

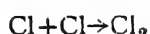
গলিত লবণের প্রতিমুখী

বিয়োজন :

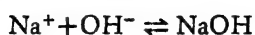


ক্যাথোড বিক্রিয়া : $\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}$

অ্যানোড বিক্রিয়া : $\text{Cl}^- - e \rightarrow \text{Cl}$



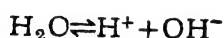
5 ঘন সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ (Conc. NaCl soln.) : ঘন সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণে তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এবং ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) গঠিত হয়। জল অণুগুলিও সামান্য পরিমাণে বিয়োজিত হইয়া হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) এবং হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়ন গঠন করে। তড়িৎ চালনার ফলে সোডিয়াম আয়ন ক্যাথোডে আকৃষ্ট হইয়া বিপবীত-ধর্মী তড়িতে সংস্পর্শে তথা ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া প্রথম সোডিয়াম অণুতে পরিণত হয়। এই সোডিয়াম অণু জলের সঙ্গে দ্বিতীয় পর্ষায়ে বাসায়নিক বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ও জ্বাব অণু গঠন করে। কিন্তু আধুনিক সিদ্ধান্ত অনুযায়ী সোডিয়াম আয়ন (Na^+) হইতে হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ক্ষরণ-প্রবণতা (discharge potential) কম বলিয়া ক্যাথোডে হাইড্রোজেন আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং সোডিয়ামের পরিবর্তে হাইড্রোজেন সঞ্চিত হয়। দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) থাকে বলিয়া ক্যাথোডেব নিকট ক্ষার গঠিত হয়। যথা :



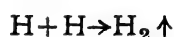
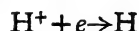
অ্যানোডে আকর্ষিত ক্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন বর্জন করিয়া প্রথমে ক্লোরিন পবমাণু এবং পবে ক্লোরিন অণুতে পবিণত হয়। হাইড্রোকসিল আয়নের (OH^-) তুলনায় ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নের ক্ষরণ-প্রবণতা বেশি বলিয়া অ্যানোডে ক্লোরিন সঞ্চিত। যথা :

ঘন সোডিয়াম ক্লোরাইডের

প্রতিমুখী বিয়োজন :



ক্যাথোড বিক্রিয়া :

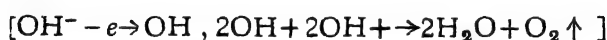


অ্যানোড বিক্রিয়া : $\text{Cl}^- - e \rightarrow \text{Cl}$



সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ বিশ্লেষণের ফলে ক্যাথোডের চাবিপার্শ্বে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ($\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NaOH}$) গঠিত হয় বলিয়া লাল লিটমাস কাগজ ডুবাইলে তাহা নীল হইয়া যায় এবং অ্যানোডের চাবিপার্শ্বে ক্লোরাইড আয়ন ও হাইড্রোজেন আয়নের ($\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{HCl}$) অথবা ক্লোরিনের সংযোগে নীল লিটমাস লাল হইয়া যায়।

অধিকক্ষণ তড়িৎ-বিশ্লেষণের পবে দ্রবণে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) কমিয়া যায় এবং লঘু দ্রবণ হইতে অ্যানোডে ক্লোরিন ও অক্সিজেন দুইই উৎপন্ন হয়।



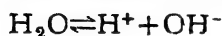
লঘু সোডিয়াম ক্লোরাইড (Dil. NaCl) : সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণ যদি খুব লঘু (dilute aqueous soln.) হয় তাহা হইলে শুধু হইতেই ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়।

6. ঘন কপার সালফেট দ্রবণ (Conc. CuSO_4 soln) : একপ দ্রবণে কপার সালফেট (CuSO_4) এবং জল অণু (H_2O) বর্তমান। সুতরাং তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে কপার (Cu^{++}), সালফেট ($\text{SO}_4^{=}$), হাইড্রোজেন, (H^+) এবং হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়ন গঠিত হয়। এইরূপ দ্রবণের তড়িৎ-বিশ্লেষণের ফলে অর্থাৎ দ্রবণে তড়িৎ চালাইবার ফলে তড়িদ্বাবে কিরূপ বিক্রিয়া ঘটিবে তাহা নির্ভব করে তড়িদ্বারের ধাতুর উপবে।

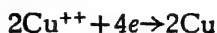
(1) তড়িদ্বার দুইটি যদি প্ল্যাটিনাম ধাতু দ্বাৰা তৈরী হয় তবে তড়িৎ-বিভ্লেষণের ফলে ক্যাথোডে কপার ধাতু সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়। যথা :

কপার সালফেটের প্রতিমূখী

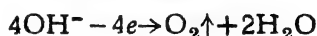
বিয়োজন :



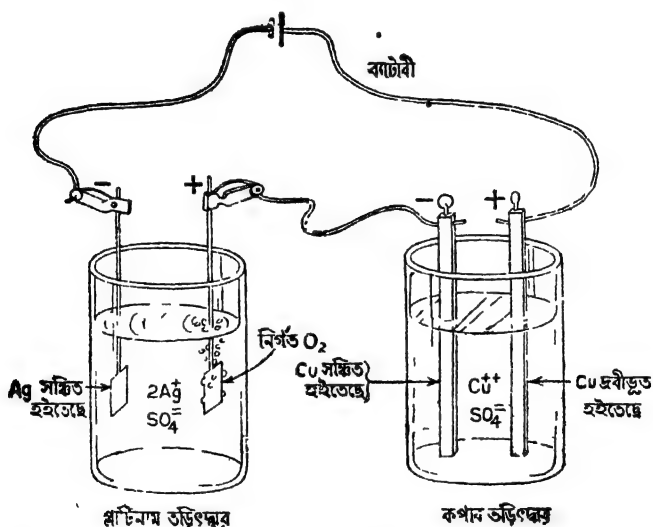
ক্যাথোড বিক্রিয়া :



অ্যানোড বিক্রিয়া :

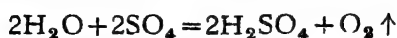


ক্যাথোডে কপার আয়ন (Cu^{++}) ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া বা বিপরীতধর্মী

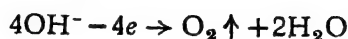


দুইটি তড়িদ্বার প্ল্যাটিনাম দ্বাৰা গঠিত। দ্রবণ Ag_2SO_4 ; অ্যানোড হইতে সিলভার দ্রবীভূত হইয়া ক্যাথোডে সঞ্চিত হইতেছে।
 দুইটি তড়িদ্বার কপার দ্বাৰা গঠিত। দ্রবণ CuSO_4 ; অ্যানোড হইতে কপার দ্রবীভূত হইয়া ক্যাথোডে সঞ্চিত হইতেছে।

তড়িতেব সংযোগে প্রশমিত হইয়া কপার ধাতুতে পরিণত হয়। অ্যানোড বিক্রিয়া সম্বন্ধে পূর্বে ধারণা ছিল যে সালফেট আয়ন (SO_4^{--}) ইলেকট্রন বা নেগেটিভ চার্জ বর্জন করিয়া প্রথমে প্রশমিত সালফেট মূলকে (SO_4) পরিণত হয় এবং সালফেট মূলক জলের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অক্সিজেন ও সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপন্ন করে। যথা :

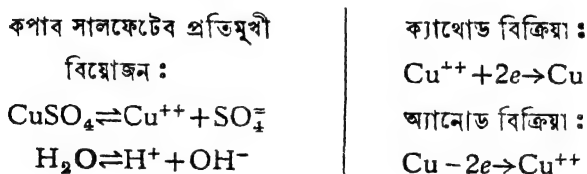


কিন্তু আধুনিক ধারণা অনুযায়ী অ্যানোডে সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) ইলেকট্রন বর্জন করে না,—ইলেকট্রন বা নেগেটিভ তড়িৎ বর্জন করে হাইড্রোকসিল আয়ন (OH^-), কাবণ সালফেট আয়নের তুলনায় হাইড্রোকসিল আয়নের তড়িৎ-ক্ষরণ প্রবণতা বেশি। এরূপ একাধিক হাইড্রোকসিল আয়ন প্রশমিত হইয়া অক্সিজেন গঠন করে। যথা :

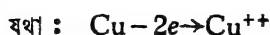


কপার সালফেটের খুব লঘু দ্রবণ প্রাটিনাম তড়িদ্বাবেব সাহায্যে তড়িৎ-বিশ্লেষণ করা হইলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

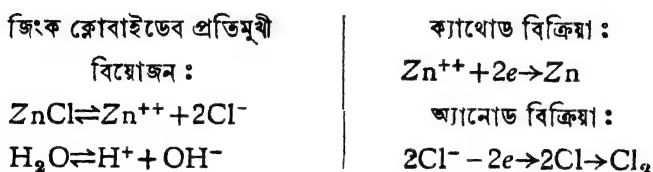
(iii) তড়িদ্বার দুইটি কপার ধাতু দ্বারা গঠিত হইলে ক্যাথোডেব কপার ধাতু সঞ্চিত হইয়া ক্যাথোডের ওজন বৃদ্ধি পায় এবং অ্যানোড হইতে কপার দ্রবীভূত হইয়া কপার আয়ন গঠন করিয়া কপার সালফেট দ্রবণেব ঘনত্ব অপবিবর্তিত রাখে। যথা :



তড়িদ্বার যে-কোন তড়িদ্বাহী ধাতু দ্বারা তৈরী হউক না কেন কপার সালফেটের তড়িৎ-বিশ্লেষণে ক্যাথোডে সাধারণত কপার সঞ্চিত হয়। কিন্তু অ্যানোড কপার ব্যতীত অন্য ধাতু দ্বারা তৈরী হইলে অক্সিজেন নির্গত হয় এবং কপার ধাতু দ্বারা তৈরী হইলে তড়িদ্বাবেব কপার ক্ষয় হইয়া কপার আয়নে (Cu^{++}) পরিণত হয়। পূর্বে ধারণা ছিল যে সালফেট আয়ন (SO_4^{2-}) তড়িৎ-বর্জন করিয়া অ্যানোডেব কপাবেব সঙ্গে বিক্রিয়ায় কপার সালফেট গঠন করে। যথা : $\text{SO}_4^{2-} - 2e \rightarrow \text{SO}_4$, এবং $\text{Cu} + \text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^{--}$, কিন্তু বর্তমান সিদ্ধান্ত অনুযায়ী কপার ধাতুই পক্ষে সালফেট আয়নের চেয়ে অপেক্ষাকৃত সহজে ইলেকট্রন বা নেগেটিভ তড়িৎ বর্জন করা সম্ভব। তাই, ধাতব কপার ইলেকট্রন বর্জন করিয়া কিউপ্রিক আয়নে পরিণত হয়।



7. জিংক ক্লোরাইডের ঘন দ্রবণ (Conc $ZnCl_2$ soln.): জিংক ক্লোরাইড দ্রবণে তড়িদ্বিয়োজনের ফলে জিংক (Zn^{++}), ক্লোরাইড (Cl^-) এবং স্নায়ু পরিমাণে হাইড্রোজেন (H^+) ও হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়ন গঠিত হয়। ব্যাটারী সংযোগের পরে তড়িৎ-চালনার ফলে ক্যাথোডে জিংক ধাতু সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়। এক্ষেত্রে ক্যাথোড ও অ্যানোড উভয়েই প্রাচীনা ধাতু দ্বারা তৈরী। বিক্রিয়া :



ক্যাথোডে জিংক আয়ন ইলেকট্রন বা নেগেটিভ তড়িৎ গ্রহণ করিয়া প্রশমিত জিংক ধাতু এবং অ্যানোডে ক্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন বা নেগেটিভ তড়িৎ বর্জন করিয়া ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। জিংক ক্লোরাইড দ্রবণ খুব লঘু হইলে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে অবসিডেন নির্গত হয়।

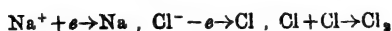
তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতির সংক্ষিপ্ত মূলনীতি

(Principles of Electrolysis)

1. দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থিত অবস্থায় ইলেক্ট্রোলাইট বা তড়িদ্বিচ্ছেদ্য পদার্থ দ্বারা পজিটিভ ও নেগেটিভ আয়নে বিযুক্ত থাকে। যথা :



2. পজিটিভ আয়ন বা ক্যাটায়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া এবং নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন ইলেকট্রন বর্জন করিয়া প্রশমিত পদার্থ বা মূলকে পরিণত হয়। যথা :



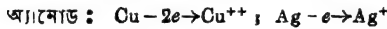
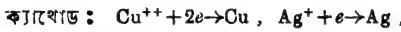
3. ক্যাথোডের নিকটে যদি একাধিক পজিটিভ আয়ন বা ক্যাটায়ন থাকে তবে যে ক্যাটায়নের ক্ষণ প্রবণতা (discharge potential) কম সেই ক্যাটায়ন আগে ক্যাথোডে সঞ্চিত হইবে। সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন আয়ন বর্তমান থাকিলে হাইড্রোজেন আগে সঞ্চিত হইবে।

[দ্রবণে যদি জিংক আয়ন (Zn^{++}) ও ক্যাডমিয়াম আয়ন (Cd^{++}) থাকে তবে, প্রথমে শুধু ক্যাডমিয়াম আয়ন ক্যাথোডে সঞ্চিত হইবে। কিছুক্ষণ পরে দ্রবণ ঘন হইলে ক্যাডমিয়াম ও জিংক উভয়ই সঞ্চিত হইবে।]

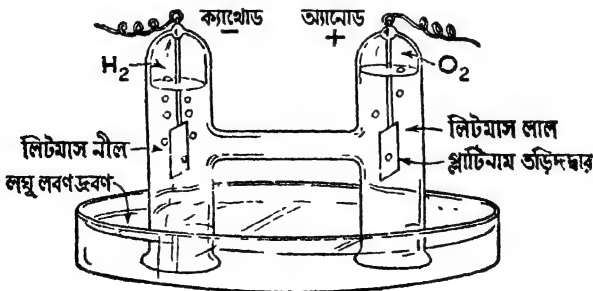
৪. অ্যানোডের নিকটে যদি একাধিক নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন থাকে তবে যে আয়নের ক্ষরণ প্রবণতা (discharge potential) বেশি সেই আয়ন অ্যানোডে সঞ্চিত হইবে। অ্যানোডের নিকটে OH^- এবং SO_4^{2-} আয়ন থাকিলে OH^- আয়ন, Cl^- ও OH^- থাকিলে Cl^- আয়ন এবং Br^- ও Cl^- আয়ন থাকিল Br^- আয়ন অ্যানোডে প্রসঞ্চিত ও সঞ্চিত হইবে। কিন্তু শেষ পর্যায়ে অংশ ঘন হইলে উভয় আয়নই সঞ্চিত হইবে।

৫. ক্যাথোডের নিকটে যদি সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম বা ক্যালসিয়াম এবং হাইড্রোজেন আয়ন থাকে তবে হাইড্রোজেন আয়ন ক্যাথোডে সঞ্চিত হইবে। কিন্তু যদি প্লাটিনাম, গোল্ড, মার্কারী, সিলভার, কপার, লেড, টিন, নিকেল, বা কোবাল্ট এবং হাইড্রোজেন আয়ন থাকে তবে ক্যাথোডে হাইড্রোজেনের পরিবর্তে ধাতব আয়ন সঞ্চিত হইবে।

৬ যে ধাতুর লবণ তড়িৎবিশ্লেষণ পাত্রে দ্রবণের মধ্যে বর্তমান থাকে সেই ধাতুর পাত ক্যাথোড ও অ্যানোড তথা তড়িৎদ্বাররূপে ব্যবহার করা হইলে ক্যাথোডের গায়ে সেই ধাতু সঞ্চিত হয়। অ্যানোডের নিকটে হাইড্রোকসিল এবং অক্সি যেন-কোন অ্যাসিড মূলকেব আয়ন বর্তমান থাকা সত্ত্বেও কোন অ্যানায়ন অ্যানোডের গায়ে সঞ্চিত হয় না, বরং অ্যানোডের ধাতু আয়নরূপে দ্রবণের মধ্যে দ্রবীভূত হইয়া যায়। কপার সালফেট দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণে কপার তড়িৎদ্বার ব্যবহার করিলে ক্যাথোডে কপার সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোড হইতে কপার ক্যাটায়নরূপে দ্রবীভূত হয়। অমুকপভাবে সিলভার সালফেট দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণে সিলভার তড়িৎদ্বার ব্যবহার করিলে ক্যাথোডে সিলভার সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোড হইতে সিলভার আয়নরূপে দ্রবীভূত হয়।



৭ যে কোন লবণের, বিশেষ করিয়া ক্ষারধর্মী ধাতুর লবণের, খুব লম্বা জলীয় দ্রবণের (dil aqueous salt solution) তড়িৎবিশ্লেষণে জলের তড়িৎবিশ্লেষণের স্থায় ক্যাথোডে হাইড্রোজেন ও অ্যানোডে অক্সিজেন পাওয়া যায়।



লব্ধ NaCl দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণের কল

ধাতু ও অ-ধাতুর তড়িৎদ্বার

অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণের তড়িৎবিশ্লেষণে হাইড্রোজেন এবং ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থ সবসময়ে ক্যাথোড বা নেগেটিভ তড়িৎদ্বারে সঞ্চিত হয় এবং অ-ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থ সঞ্চিত হয় অ্যানোডে বা পজিটিভ তড়িৎদ্বারে। নেগেটিভ তড়িৎদ্বারের প্রতি হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন ধাতুজাতীয় মৌলিক পদার্থের আকর্ষণ থাকে এই কারণে যে, ইহাদের আয়ন পজিটিভ তড়িৎদ্বারী। অ-ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থের আয়ন নেগেটিভ তড়িৎ বহন কবে বলিয়া ইহাদের আকর্ষণ পজিটিভ তড়িৎদ্বারের প্রতি। তাই, ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থ ও হাইড্রোজেনকে বলা হয় পজিটিভ তড়িৎদ্বারী বা ইলেকট্রো-পজিটিভ (Electro-Positive) এবং অ-ধাতু জাতীয় মৌলিক পদার্থকে বলা হয় নেগেটিভ তড়িৎদ্বারী বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ (Electro-Negative) মৌলিক পদার্থ। মৌলিক পদার্থ সাধারণত ইলেকট্রো-পজিটিভ বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ—এরূপ দুইটি শ্রেণীতে বিভক্ত।

তড়িৎ-রাসায়নিক সারি (Electro-Chemical Series)

প্রতিটি ইলেকট্রো-পজিটিভ বা পজিটিভ তড়িৎদ্বারী ধাতুর তড়িৎ-ধর্মের মাত্রা সমান নয়। কোন কোন ধাতুর পজিটিভ তড়িৎ-ধর্মের মাত্রা বেশি, কোনটির কম। সেইরূপ প্রতিটি ইলেকট্রো-নেগেটিভ বা নেগেটিভ ধর্মী অ-ধাতুর মৌলের নেগেটিভ তড়িৎ-ধর্মের মাত্রা এক নয়,—কোনটির কম কোনটির বেশি।

সংজ্ঞা (Definition)—ধাতু বা হাইড্রোজেন মৌল নেগেটিভ তড়িৎ বা ইলেকট্রন বর্জন করিয়া পজিটিভ আয়ন গঠন করে, এবং অ-ধাতুর মৌল নেগেটিভ তড়িৎ বা ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া নেগেটিভ আয়ন গঠন করে। মৌলিক পদার্থের এরূপ আয়ন গঠনের আগ্রহ বা ঝোঁকের (Electromotive force) মাত্রা নির্ণয় করিয়া তড়িৎ-ধর্মের উচ্চতর মাত্রা হইতে নিম্নতর মাত্রার ক্রম অনুযায়ী মৌলিক পদার্থগুলিকে সারিবদ্ধ করিলে মৌলিক পদার্থের যে ক্রমিক সারি রচিত হয় তাহাকে বলা হয় মৌলিক পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক সারি বা ইলেকট্রো-কেমিকেল সিরিজ (Electro-Chemical Series)।

নিম্নে ধাতব মৌলের অর্থাৎ পজেটিভ তড়িৎ-ধর্মী মৌলের (Electro-Positive) এবং নেগেটিভ তড়িৎ-ধর্মী অধাতব মৌলের (Electro-Negative) দুইটি সারি বা সিরিজ (series) দেওয়া হইল। পজেটিভ-ধর্মী মৌল অর্থাৎ ধাতব মৌলের (metal) সাবিত্তে পটাসিয়াম ধাতুর পজেটিভ ধর্মের প্রবণতা সবচেয়ে বেশি এবং এই পজেটিভ তড়িৎ-ধর্মের প্রবণতা নিচের দিকে ক্রমশ হ্রাস পাইয়া গোন্ডের (স্লেয়ার) ক্ষেত্রে দাঁড়ায় সবচেয়ে কম। অম্লরূপভাবে অ-ধাতব মৌলের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ স্থানের ক্লোরিনের নেগেটিভ তড়িৎ-ধর্মের প্রবণতা সবচেয়ে বেশি এরূপ সর্বনিম্ন স্থানের সিলিকনের সবচেয়ে কম। এই সারি দুইটিতে তড়িৎ-ধর্মের প্রবণতা উপর হইতে নিচের দিকে ক্রমশ হ্রাস পায়। হাইড্রোজেন অ-ধাতুর, কিন্তু তড়িৎ-ধর্মে পজেটিভ। অ-ধাতু মৌলের মধ্যে একমাত্র হাইড্রোজেনেরই এইরূপ বৈশিষ্ট্য বর্তমান। [সারিতে শুধু কয়েকটি পবিচিত মৌলের তড়িৎ-ধর্ম দেখানো হইয়াছে।]

**পজেটিভ-ধর্মী বা ইলেকট্রো-
পজেটিভ মৌল**

K—পটাসিয়াম
Na—সোডিয়াম
Ca—ক্যালসিয়াম
Mg—ম্যাগনেসিয়াম
Al—অ্যালুমিনিয়াম
Cr—ক্রোমিয়াম
Mn—ম্যাঙ্গানীজ
Zn—জিংক
Fe—আয়রন
Sn—টিন
Pb—লেড
H—হাইড্রোজেন
Cu—কপার
Hg—মার্কারী
Ag—সিলভার
Pt—প্লাটিনাম
Au—গোল্ড

**নেগেটিভ ধর্মী বা ইলেকট্রো-
নেগেটিভ মৌল**

F—ফ্লোরিন
O—অক্সিজেন
Cl—ক্লোরিন
N—নাইট্রোজেন
Br—ব্রোমিন
S—সালফার
C—কার্বন
I—আইয়োডিন
P—ফসফরাস
Si—সিলিকন

তড়িৎের একক বা ইউনিট এবং তড়িৎ-

প্রবাহের একক

(Unit of Electricity and Electric Current)•

জলের আয়তন মাপিবার একটি একক কিউবিক সেন্টিমিটার (c.c.)। কোন একটি জলপ্রবাহে প্রতি সেকেন্ডে কত আয়তন জল অর্থাৎ কত c.c. জল প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত হয় তাহা দ্বারা উক্ত জল-প্রবাহের মাত্রা নির্ণয় করা যায়। সেইরূপ কোন পরিবাহী বস্তুতে ভিতর দিয়া প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ তড়িৎ-প্রবাহিত হয় তাহা দ্বারা তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা মাপা যায়। যদি t সেকেন্ডে Q পরিমাণ তড়িৎ পরিবাহী বস্তুতে ভিতর দিয়া প্রবাহিত হয় তবে প্রবাহ-মাত্রা হইবে : $C = \frac{Q}{t}$, তড়িৎের প্রবাহ-মাত্রার ইউনিটকে বলা হয় অ্যাম্পিয়ার (Ampere)। তড়িৎের পরিমাণ মাপা হয় কত অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ কত সেকেন্ডে প্রবাহিত হয় তাহার গুণফল বাহির করিয়া। তড়িৎের পরিমাণকে (quantity) বলা হয় কুলম্ব (Coulomb)।

ব্যবহারিক একক

(i) তড়িৎের প্রবাহ-মাত্রার একক (Unit of current strength) : যে তড়িৎ-প্রবাহ চালাইবার ফলে সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে এক সেকেন্ডে 0.001118 গ্রাম সিলভার ক্যাথোডের উপর সঞ্চিত হয় তাহাকে বলা হয় এক অ্যাম্পিয়ার (Ampere)।

(ii) তড়িৎের পরিমাণ নির্ণয়ের একক (Unit of quantity of electricity) : যে-পরিমাণ তড়িৎ সিলভার নাইট্রেট (silver nitrate) দ্রবণের ভিতর দিয়া চালানো ক্যাথোডে 0.001118 গ্রাম সিলভার সঞ্চিত হয় তাহাকে বলা হয় এক কুলম্ব (Coulomb) তড়িৎ।

যদি c অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ-প্রবাহ t সেকেন্ডে চালানো যায় তবে যে-পরিমাণ তড়িৎ ব্যয় হয় তাহা যদি কুলম্ব Q হয়, তবে : $Q = c \times t$.

সুতরাং অ্যাম্পিয়ার ও কুলম্বের সম্বন্ধ : কুলম্ব = অ্যাম্পিয়ার \times সেকেন্ড

(iii) ফ্যারাডে (Faraday) : কোন ইলেক্ট্রোলাইট তথা তড়িৎ-বিজ্ঞানের মধ্যে যে পরিমাণে তড়িৎ চালানো এক গ্রাম তুল্যাক (gram-equivalent) ওজনে আয়ন উৎপন্ন হয় তাহাকে এক ফ্যারাডে বলা হয়। ফ্যারাডে কুলম্বের বৃহত্তর একক। [যেমন, মিটারকে বলা হয় সেন্টিমিটারের বৃহত্তম একক] $96,500$ কুলম্ব = 1 ফ্যারাডে।

কুলম্বের সংজ্ঞা অনুযায়ী :

1 কুলম্ব তড়িৎ উৎপন্ন করিতে পারে 0.001118 গ্রাম সিলভার
 স্বতবাং, $96,500$ " " " " $96,500 \times 0.001118$
 $= 108$ গ্রাম সিলভার

108 গ্রাম সিলভার এই ধাতুর গ্রাম-তুল্যাংকের সমান। অর্থাৎ
 1 ফ্যারাডে পরিমাণের তড়িৎ চালাইলে যে-কোন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের
 জবণ হইতে এক গ্রাম-তুল্যাংক (Gram-equivalent) পরিমাণ মৌলিক
 পদার্থ উৎপন্ন হইবে। স্বতরাং 1 ফ্যারাডে তড়িৎ চালাইলে 1 গ্রাম
 হাইড্রোজেন, 8 গ্রাম অক্সিজেন, 35.5 গ্রাম ক্লোরিন, 12 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম,
 31.78 গ্রাম কপার, 23 গ্রাম সোডিয়াম এবং 32.5 গ্রাম জিংক উৎপন্ন হইবে।
 [ইহা ফ্যারাডের সূত্র হইতে প্রাপ্ত]

ফ্যারাডের তড়িদ্রবিশ্লেষণ সূত্র

(Faraday's Laws of Electrolysis)

কত পরিমাণ তড়িৎ-প্রবাহের ফলে ইলেকট্রোলাইট বা তড়িৎ-বিশ্লেষ্য
 কি পরিমাণে বিশ্লিষ্ট হয় সে-সম্বন্ধে 1832 খ্রীষ্টাব্দে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী ফ্যারাডে
 দুইটি সূত্র প্রকাশ করেন। সূত্র দুইটি ফ্যারাডের সূত্র নামে পরিচিত।

1. ফ্যারাডের প্রথম সূত্র (Faraday's First Law of Electrolysis) :



মাইকেল ফ্যারাডে (1791—1867)

কোন একটি তড়িৎ-বিশ্লেষ্য
 তথা ইলেকট্রোলাইটে কত
 পরিমাণে তড়িৎ চালাইলে
 তড়িদ্রবাবে কত পরিমাণ আয়ন
 উৎপন্ন বা সঞ্চিত করা যায় তাহা
 ফ্যারাডে প্রথম সূত্রে নির্দেশ
 করেন। সূত্রটি এই :

তড়িদ্রবাবে উৎপন্ন বা সঞ্চিত
 আয়নের ওজন ইলেকট্রো-
 লাইটের তথা তড়িদ্রবিশ্লেষ্যে
 প্রাপ্ত তড়িতে র
 সমানুপাতিক (Proportional)।

মনে করা যাক যে, কোন একটি তড়িদ্বিভ্রবেষণ পদার্থের মধ্যে যে পরিমাণ তড়িৎ চালনা করা হইয়াছে তাহা Q কুলম্ব। এবং তড়িদ্বিভ্রবেষণ যত পরিমাণ আয়ন সঞ্চিত বা উৎপন্ন হইয়াছে তাহা W গ্রাম। স্বতন্ত্র অনুযায়ী, W গ্রাম আয়ন সঞ্চিত হয় Q কুলম্ব তড়িৎমাত্রার অনুপাতে

$$\text{অর্থাৎ } W \propto Q \quad \therefore W = Z \times Q$$

[Z = একটি নিত্য-সংখ্যা (constant)]

কিন্তু, কুলম্ব = অ্যাম্পেরার (c) \times সেকেন্ড (t)

$$\text{অর্থাৎ, } Q = c \times t \quad \therefore W = Z \times c \times t.$$

Z একটি নিত্য-সংখ্যা বটে, কিন্তু ইহার মান নির্ভব করে পদার্থের বৈশিষ্ট্য বা প্রকৃতির উপরে। তাই, Z -এব মূল্য বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে বিভিন্ন।

দুইটি বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে একই Q কুলম্ব পরিমাণ তড়িৎ প্রয়োগে তড়িদ্বিভ্রবেষণের ফলে যদি W_1 ও W_2 গ্রাম ওজনের দুইটি পদার্থ উৎপন্ন বা সঞ্চিত হয়, তাহা হইলে স্বতন্ত্র অনুযায়ী : $W_1 \propto Q$ এবং $W_2 \propto Q$

$$\text{অথবা, } W_1 = Z_1 Q \text{ এবং } W_2 = Z_2 Q, \text{ সুতরাং } \frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক

(Electro-Chemical Equivalent, E. C. E.)

যদি কোন বিভ্রবেষণ পদার্থে 1 কুলম্ব তড়িৎ চালানো হয় অর্থাৎ, 1 অ্যাম্পেরার তড়িৎ (c) 1 সেকেন্ডের (t) জন্ত চালানো হয় তবে ফ্যারাডের প্রথম সূত্র হইতে পাওয়া যায় :

$$W = Z \times Q \text{ বা, } W = Z \times c \times t \quad [\because Z \text{ নিত্য-সংখ্যা }]$$

$$\text{এখানে, } Q = 1, C = 1, t = 1,$$

$$\text{সুতরাং, } W = Z \times 1 \text{ বা } W = Z \times 1 \times 1, \text{ অর্থাৎ } W = Z.$$

এই নিত্য-সংখ্যা Z -কে বলা হয় তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক বা ইলেক্ট্রো-কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (E. C E.)। ইহা মাপা হয় গ্রাম হিসাবে। বিভিন্ন পদার্থের ক্ষেত্রে ইহার মাত্রা বিভিন্ন রকম।

তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক : এক কুলম্ব তড়িৎ-প্রবাহ বা এক অ্যাম্পেরার তড়িৎ এক সেকেন্ড চালাইবার ফলে যত গ্রাম পদার্থ

উৎপন্ন হয় তাহাই সেই পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক বা ইলেকট্রো-কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (E. C. E.)।

সুতরাং দেখা যায় একই পরিমাণ তড়িৎ বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে চালনা করিলে বিভিন্ন পরিমাণ আয়ন সঞ্চিত হয়। অর্থাৎ, সঞ্চিত আয়নের পরিমাণ ইহাব তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংকের উপর নির্ভব কবে এবং ইহা ওজন সংখ্যারূপে তথা গ্রাম হিসাবে প্রকাশ করা হয়।

এক কুলম্ব তড়িৎ সিলভার নাইট্রেট (AgNO_3) দ্রবণ হইতে 0.01118 গ্রাম সিলভার এবং জল (H_2O) হইতে 0.000104 গ্রাম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

সুতরাং হাইড্রোজেনের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = 0.000104 গ্রাম

সিলভারের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = 0.01118 গ্রাম

প্রথম সূত্রের উপগূত্র : ফ্যারাডের প্রথম সূত্রের উপসূত্রটিকে তাই

এইভাবে লেখা যায় $\frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$ বা $\frac{W_1}{W_2} = \frac{E. C. E_1}{E. C. E_2}$ অর্থাৎ,

প্রথম বারে সঞ্চিত আয়নের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = প্রথম বারে সঞ্চিত আয়নের ওজন
দ্বিতীয় বারে সঞ্চিত আয়নের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = দ্বিতীয় বারে সঞ্চিত আয়নের ওজন

2. ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র (Faraday's Second Law of Electrolysis) :

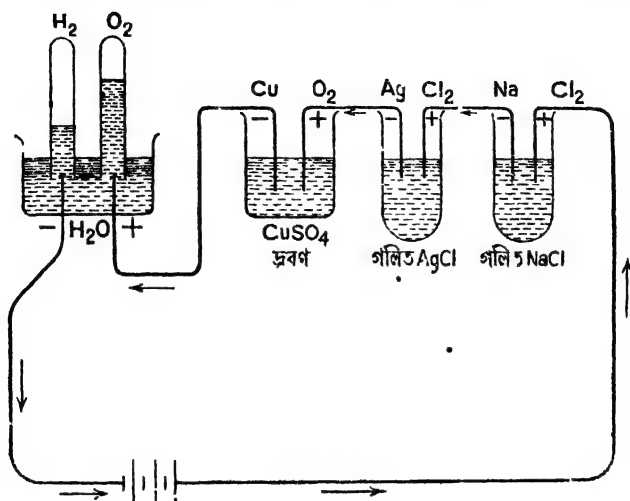
একাধিক তড়িৎ-বিশ্লেষণ বা ইলেকট্রোলাইটের মধ্যে সমপরিমাণে তড়িৎ চালনার ফলে বিভিন্ন আয়ন নিজেদের রাসায়নিক তুল্যাংকের অনুপাতে তড়িৎদ্বারে উৎপন্ন বা সঞ্চিত হয়।

একই পরিমাণ তড়িৎ বিভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষণ তথা ইলেকট্রোলাইটের মধ্যে চালনা করিলে বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎবিশ্লেষণে বিভিন্ন পরিমাণের যে আয়ন উৎপন্ন হয় সেই আয়নগুলির ওজনগত বা তৌলিক অনুপাত নির্ধারিত করা যায় ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী।

এই সূত্রটি অত্যাধিক প্রকাশ কবিয়া বলা যায় যে, কোন ইলেকট্রোলাইটে তড়িৎ চালনার ফলে রাসায়নিক তুল্যাংকের অনুপাতে আয়ন উৎপন্ন বা সঞ্চিত হয়।

পর পর সাজানো জল (H_2O), কপার সালফেট (CuSO_4) দ্রবণ, গলিত (fused) সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এবং গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড

(NaCl) পূর্ণ ভন্টামিটাবে একই সময়েব জন্ম একই মাত্রায় তড়িৎ-প্রবাহ চালনা করিলে অর্থাৎ সম পরিমাণ তড়িতেব জন্ম পাওয়া যাইবে হাইড্রোজেন, কপাৰ, অক্সিজেন, সিলভার, সোডিয়াম ও ক্লোরিন (H_2 , O_2 , Cu, Ag, Na



বিভিন্ন ইলেক্ট্রোলাইটে একই তড়িৎ প্রবাহ চালনায় ফলে বিভিন্ন মৌলিক
তড়িৎ-বাসায়নিক তুল্যাংক নির্ণয়

এবং Cl_2), এবং এরূপ তড়িৎবিপ্লবে যদি হাইড্রোজেন পাওয়া যায় 1 গ্রাম তবে অক্সিজেন, কপাৰ, সিলভার, সোডিয়াম ও ক্লোরিন পাওয়া যাইবে যথাক্রমে 8, 31.8, 108, 23 এবং 35.5 গ্রাম। কাৰণ হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, কপাৰ, সিলভার সোডিয়াম ও ক্লোরিনেব বাসায়নিক তুল্যাংক যথাক্রমে 1, 8, 31.8, 108, 23 এবং 35.5.

সুতরাং বলা যায় E_1 ও E_2 যদি হয় কোন দুইটি মৌলিক পদার্থের রাসায়নিক তুল্যাংক এবং একই তড়িৎ-বিপ্লবে ফলে যদি উৎপন্ন হয় W_1 গ্রাম ও W_2 গ্রাম মৌলিক পদার্থ বা আয়ন, তবে দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী : (মোল বা মূলক উৎপন্ন হইবে ইহাদের রাসায়নিক তুল্যাংকেব [Chemical Equivalent] অনুপাতে।) $W_2 \propto E_1$ এবং $W_2 \propto E_2$

সুতরাং দ্বিতীয় সূত্রটি ফর্মুলাব আকারে লেখা যায় :

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

প্রথম ও দ্বিতীয় সূত্রের সংযুক্ত ফর্মুলা

(Combined formula of the two laws)

প্রথম সূত্র অনুযায়ী : $W \propto c.t.$ দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী : $W \propto E$,
সুতরাং যুক্তভাবে লেখা যায় : $W \propto E.c.t.$

মনে কব, $\frac{1}{F} =$ আত্মপাতিক নিত্য-সংখ্যা (Proportionality constant)

$$\text{তাহ হইলে : } W = \frac{E \times c \times t}{F}$$

$c.t$ পরিমাণ তড়িৎ যদি হয় $= F$, তাহা হইলে $W = E$,

অর্থাৎ যখন $F = c.t$, তখন রাসায়নিক তুল্যাংক পরিমাণ আয়ন বা পদার্থ উৎপন্ন হয়।

এই F -কে বলা হয় ফ্যারাডে।

রাসায়নিক তুল্যাংক ও তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংকের সম্বন্ধ

(Relation between chemical equivalent and

Electro-chemical equivalent) :

ফ্যারাডের প্রথম সূত্র অনুযায়ী :

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= Q \times Z_1 \\ W_2 &= Q \times Z_2 \end{aligned} \right\} \text{ অথবা } \frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

এবং ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী :

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

$W =$ উৎপন্ন আয়নের বা মোলের ওজন ; $E =$ রাসায়নিক তুল্যাংক ,

$Z =$ উৎপন্ন পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক।

$$\text{সুতরাং } \frac{W_1}{W_2} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{E_1}{E_2} ; \text{ অর্থাৎ } \frac{E_1}{E_2} = \frac{Z_1}{Z_2}$$

ইহার মধ্যে একটি পদার্থ W_2 যদি হয় হাইড্রোজেন, তাহা হইলে $E_2 = 1$
এবং $Z_2 = .0000104$ গ্রাম (পরীক্ষালব্ধ)।

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{E_1}{1} = \frac{Z_1}{.0000104} \quad \therefore Z_1 = E_1 \times .0000104 \text{ গ্রাম}$$

সুতরাং সাধারণভাবে লেখা যায় : $Z = E \times .0000104$ গ্রাম

অর্থাৎ, কোন পদার্থের—

তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = রাসায়নিক তুল্যাংক \times '0000104 গ্রাম

অর্থাৎ, $E.C.E. = C.E. \times '0000104$ গ্রাম

[হাইড্রোজেনের পাবমাণবিক ওজন 1'008 ধরা হইলে

$$Z = E \times 0000104 / 1008]$$

উদাহরণ : (1) সিলভারের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক

$$Z_{Ag} = E_{Ag} \times 0000104 \text{ গ্রাম}$$

$$= 108 \times '0000104 = '001118 \text{ গ্রাম}$$

অনুরূপভাবে : $Z_O = 8 \times 0000104 \text{ গ্রাম} = 0000832 \text{ গ্রাম}$

$$Z_{Cu} = 31'8 \times '0000104 \text{ গ্রাম} = '0003298 \text{ গ্রাম}$$

$$Z_{Mg} = 12 \times 0000104 \text{ গ্রাম} = '000125 \text{ গ্রাম}$$

ফ্যারাডে ও তুল্যাংকভার

(Faraday and Equivalent weight)

1 কুলম্ব তড়িৎ উৎপন্ন কবে '0000104 গ্রাম হাইড্রোজেন

এবং 1 ফ্যারাডে = 96,500 কুলম্ব

অতএব 1 ফ্যারাডে উৎপন্ন কবে

$$= 0000104 \times 96,500 \text{ গ্রাম হাইড্রোজেন}$$

$$= 1 \text{ গ্রাম } H_2 = \text{তুল্যাংকভার পরিমাণ হাইড্রোজেন।}$$

অতএব, ফ্যারাডে হিসাবে তড়িৎের একক ধরা হইলে যে পরিমাণে আয়ন উৎপন্ন হয় তাহা সূত্রের আকারে প্রকাশ করিয়া লেখা যায় :

এক ফ্যারাডে তড়িৎ চালনার ফলে প্রাপ্ত তড়িৎদ্বারে এক গ্রাম-তুল্যাংক (Gram-equivalent) পরিমাণ আয়ন উৎপন্ন বা সঞ্চিত হয়।

যথা : 1 ফ্যারাডে তড়িৎ চালাইয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড, কপার সালফেট ও জল ($NaCl$, $CuSO_4$, H_2O) হইতে সোডিয়াম, ক্লোরিন, কপার, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন (Na , Cl_2 , Cu , H_2 এবং O_2) পাওয়া যাইবে যথাক্রমে 23, 35'5, 31'8, 1 এবং 8 গ্রাম।

গ্রাম আয়নের চার্জ (Charge on Gram Ion)

আয়নের ওজন গ্রাম হিসাবে প্রকাশ করা হইলে এইরূপ ওজনকে বলা হয় গ্রাম আয়ন। একটি গ্রাম আয়ন সংখ্যা হিসাবে একটি গ্রাম-অ্যাটমের সমান। একটি গ্রাম-অ্যাটমে পবমাণুব সংখ্যা $= 6.03 \times 10^{23}$, ইহাকে বলা হয় অ্যাভোগাড্রোর সংখ্যা (Avogadro's Number)। এক গ্রাম পরমাণু হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, সোডিয়াম ও ক্যালসিয়ামের ওজন যথাক্রমে 1 গ্রাম, 16 গ্রাম, 23 গ্রাম এবং 40 গ্রাম। সুতরাং 1 গ্রাম হাইড্রোজেন বা 16 গ্রাম অক্সিজেন বা 23 গ্রাম সোডিয়াম বা 40 গ্রাম ক্যালসিয়ামে থাকে 6.03×10^{23} সংখ্যক পবমাণু।

একটি হাইড্রোজেন আয়নের চার্জকে ইয়ুনিট ধরিয়া অণুগত আয়নের চার্জ নির্ণয় করা হয়। কোন্ আয়নের কত চার্জ হইবে তাহা আয়নের যোজ্যতাব উপরে নির্ভর করে। সম-যোজ্যতাব সকল প্রকার আয়নের চার্জ সমান অর্থাৎ আয়নের চার্জ আয়নের যোজ্যতাব আনুপাতিক। একযোজী ক্লোরিন (Cl^-), সোডিয়াম (Na^+) ইত্যাদি আয়নের চার্জ এক। দুইযোজী অক্সিজেন ($\text{O}^{=}$), ম্যাগনেসিয়াম (Mg^{++}), ক্যালসিয়াম (Ca^{++}), ইত্যাদি চার্জ দুই। তিনযোজী অ্যালুমিনিয়াম (Al^{+++}) বা ফেরিক আয়নের (Fe^{+++}) চার্জ তিন।

ফ্যারাডের সূত্র হইতে জানা যায় যে 96,500 কুলম্ব বা এক (1) ফ্যারাডে পৰিমাণ তড়িৎ বহন করে এক গ্রাম তুল্যাক পৰিমাণ আয়ন। আমরা আরও জানি যে :

$$\text{গ্রাম তুল্যাক} = \frac{\text{গ্রাম আয়ন}}{\text{যোজ্যতা}}$$

$$\text{সুতরাং, গ্রাম আয়নের চার্জ} = \text{গ্রাম তুল্যাকের চার্জ} \times \text{যোজ্যতা}$$

$$= 1 \text{ ফ্যারাডে} \times \text{যোজ্যতা}$$

$$= 96,500 \text{ কুলম্ব} \times \text{যোজ্যতা}$$

গ্রাম-আয়ন	যোজ্যতা	চার্জ
সোডিয়াম (Na^+) (23 গ্রাম)	1	1 ফ্যারাডে = 96,500 কুলম্ব
ক্লোরিন (Cl^-) (35.5 গ্রাম)	1	" " " "
অ্যামোনিয়াম (NH_4^+) (18 গ্রাম)	1	" " "
ম্যাগনেসিয়াম (Mg^{++}) (24 গ্রাম)	2	2 ফ্যারাডে = $2 \times 96,500$ কুলম্ব
কপার (Cu^{++}) (63.5 গ্রাম)	2	" "
ক্যালসিয়াম (Ca^{++}) (40 গ্রাম)	2	" "
সালফেট (SO_4^{--}) (96 গ্রাম)	2	" "
আলুমিনিয়াম (Al^{+++}) (27 গ্রাম)	3	3 ফ্যারাডে = $3 \times 96,500$ কুলম্ব
ফেরিক আয়রন (Fe^{+++}) (56 গ্রাম)	3	" "
ফসফেট (PO_4^{---}) (95 গ্রাম)	3	" "

আয়নিক চার্জের একক (Unit of Ionic Charge)

হাইড্রোজেন আয়নের চার্জ এক ধরিয়া অগ্রাগ্র আয়নের চার্জ নির্ণয় করা হয়। কিন্তু আমরা জানি এক গ্রাম-আয়ন অর্থাৎ 1 গ্রাম হাইড্রোজেন (মাত্রিক একক অনুযায়ী 1.008 গ্রাম) চার্জ বহন করে 96,500 কুলম্ব। আমরা আবশ্য জানি যে, যে-কোন এক গ্রাম হাইড্রোজেনে 6.03×10^{23} সংখ্যক পরমাণু থাকে। সুতরাং,

$$\begin{aligned}
 \text{একটি হাইড্রোজেন পরমাণু চার্জ বহন করে} &= \frac{\text{এক গ্রাম হাইড্রোজেন পরমাণু চার্জ}}{\text{এক গ্রাম হাইড্রোজেন পরমাণু সংখ্যা}} \\
 &= \frac{96,500}{6.03 \times 10^{23}} \text{ কুলম্ব} \\
 &= 1.601 \times 10^{-19} \text{ কুলম্ব}
 \end{aligned}$$

সুতরাং, একটি হাইড্রোজেন আয়ন 1.601×10^{-19} কুলম্ব পজিটিভ চার্জ বহন করে। ইহাই এক ইউনিট আয়নিক বা ইলেক্ট্রোনিক চার্জ। একটি ইলেক্ট্রনও 1.601×10^{-19} কুলম্ব নেগেটিভ চার্জ বহন করে। তাই ইলেক্ট্রনের চার্জকে (e) তড়িৎ ইয়ুনিট ধরা হয়।

তড়িৎ বা আয়নীয় বিয়োজনবাদ

(Theory of Electrolytic or Ionic Dissociation)

কি ভাবে অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণের মধ্যে তড়িৎবিশ্লেষণ ঘটে সে সম্বন্ধে ক্যাভাডেব কোন ধারণা ছিল না। তড়িৎবিশ্লেষণ সম্বন্ধে সুইডিস রাসায়নিক আর্হেনিয়াস (Arrhenius) ক্যাভাডে সূত্র প্রকাশের পঞ্চান্ন বৎসর পবে

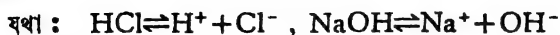


বিজ্ঞানী আর্হেনিয়াস

এবং অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রমথন ক্রিয়া সম্বন্ধে এক নতুন আলোকপাত হয়। এই মতবাদ অনুযায়ী :

1. অ্যাসিড, ক্ষার ও লবণ দ্রবীভূত বা গলিত (fused) অবস্থায় স্বতঃস্ফূর্তভাবে বিয়োজিত হইয়া পজেটিভ ও নেগেটিভ বিদ্যুৎবাহী আয়নে পরিণত হয়। একরূপ দ্রবণে সমগ্র পজেটিভ-ধর্মী আয়নের চার্জ বা তড়িৎের পরিমাণ এবং সমগ্র নেগেটিভ ধর্মী আয়নের চার্জ বা তড়িৎের পরিমাণ সমান থাকে বলিয়া দ্রবণে বাহ্যত কোন তড়িৎধর্ম প্রকাশ পায় না।

সাধারণত কোন দ্রবণের অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণ সম্পূর্ণভাবে আয়নিত হয় না,—বিশ্লেষণ আংশিকভাবে আয়নরূপে বিল্লিষ্ট বা বিযুক্ত হয়। এই আয়ন ও অ-বিল্লিষ্ট যৌগ প্রতিস্থানীয় (reversible reaction) পরস্পরবেব পরিমাণে সমতা রক্ষা করে। HCl , $NaOH$, $CuSO_4$ এবং $NaCl$ —এইভাবে বিল্লিষ্ট হইয়া, আয়ন এবং অ-বিল্লিষ্ট বা অবিযুক্ত পদার্থের মধ্যে সর্বদা সমতা বক্ষা করে।



[সাধাবণত এই সকল বস্তু গলিত অথবা দ্রবীভূত অবস্থায় সম্পূর্ণ আয়নিত থাকে।]

2. কোন পদার্থ কি পরিমাণে বিশ্লেষিত ও বিযুক্ত হইয়া আয়ন গঠন করে তাহা নির্ভর করে প্রধানত সেই তড়িৎ-বিশ্লেষ্যেব (electrolyte) (i) ধর্ম, (ii) দ্রবণের লঘুতা (dilution), (iii) উত্তাপ এবং (iv) জীবকের ধর্মের উপরে।

ভীত্র ইলেক্ট্রোলাইট : হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড (HCl, NaOH, NaCl) জাতীয় অ্যাসিড, ক্ষাব ও লবণের লঘু দ্রবণ প্রায় সম্পূর্ণভাবে আয়নরূপে বিশ্লিষ্ট হয়। দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় যে যৌগ অতিবিক্ত মাত্রায় আয়নরূপে বিয়োজিত হয় তাহাকে ভীত্র তড়িৎ-বিশ্লেষ্য (Strong Electrolyte) বলা হয়।

মৃদু ইলেক্ট্রোলাইট : যে সমস্ত যৌগ স্বল্প মাত্রায় আয়নরূপে বিয়োজিত হয় তাহাদের বলা হয় মৃদু তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ (Weak Electrolyte)। জল, কার্বনিক অ্যাসিড, অ্যাসেটিক অ্যাসিড, মারকিউরিক ক্লোরাইড ইত্যাদি।

কোন দ্রবণের লঘুতা যত বাড়ে তড়িৎ বিশ্লেষ্যেব আয়ন' বিশ্লেষণের ক্ষমতাও তত বাড়ে। দ্রবণের তাপ বৃদ্ধি করিলেও দ্রবণের আয়ন বিশ্লেষণ বা বিয়োজন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। তাই, লঘুতা বা তাপ বৃদ্ধি করিলে অর্থাৎ দ্রবণেব তড়িৎ-বিয়োজনের মাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ায় দ্রবণেব তড়িৎ-পরিবহণ (conductivity) ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়।

3. দ্রবণেব মধ্যে তড়িৎ-পরিবহণেব কাজ করে আয়ন কণাগুলি। অবিশ্লিষ্ট পদার্থ তড়িৎ-পরিবহণে কোন অংশ গ্রহণ করে না। পজ্জটিভ আয়ন পজ্জটিভ চার্জ বহন করিয়া নেগেটিভ তড়িৎদ্বারের দিকে ধাবিত হয় এবং নেগেটিভ আয়ন নেগেটিভ চার্জ বহন করিয়া পজ্জটিভ তড়িৎদ্বারের দিকে ধাবিত হয়। বিপরীতধর্মী তড়িতের সংস্পর্শে তথা ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন করিয়া তড়িৎদ্বারে আয়ন প্রশমিত হইয়া তড়িৎধর্মহীন পদার্থকণায় পরিণত হয়। এইভাবে বিশ্লিষ্ট আয়নের পরিমাণ কমাইবাব সঙ্গে সঙ্গে অবিশ্লিষ্ট পদার্থ বিশ্লেষিত হইয়া নূতন আয়ন গঠন করে এবং আয়ন ও অবিশ্লিষ্ট পদার্থের মধ্যে নূতন সমতা (equilibrium) স্থাপিত হয় ও তড়িৎবিশ্লেষণ ক্রিয়া অব্যাহত থাকে।

18°C তাপাংকে 0.1 নর্ম্যাল দ্রবণে অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণের
বিস্তারিত মাত্রা

ইলেকট্রোলাইট	ফর্মুলা	শতাংশিক বিয়োজন মাত্রা
অ্যাসিড		
হাইড্রোক্লোরিক	HCl	92
নাইট্রিক	HNO ₃	92
সালফিউরিক	H ₂ SO ₄	58
ফসফরিক	H ₃ PO ₄	27
কার্বনিক	H ₂ CO ₃	0.17
হাইড্রোসিঅ্যানিক	HCN	0.01
হাইড্রোজেন সালফাইড	H ₂ S	0.07
ক্ষার		
পটাশিয়াম হাইড্রক্সাইড	KOH	89
সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড	NaOH	84
অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড	NH ₄ OH	1.3
বেরিয়াম হাইড্রক্সাইড	Ba(OH) ₂	92
লবণ		
সোডিয়াম ক্লোরাইড	NaCl	84
অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড	NH ₄ Cl	85
সিলভার নাইট্রেট	AgNO ₃	81
জিংক ক্লোরাইড	ZnCl ₂	73
কপার সালফেট	CuSO ₄	40

রাসায়নিক তুল্যাংক নির্ণয় • (Determination of Chemical Equivalent)

যদি কোন পদার্থের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক জানা থাকে তাহা হইলে সেই পদার্থের রাসায়নিক তুল্যাংকও সহজেই নির্ণয় করা যায়। কাবণ, আমরা জানি :

$$\text{তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক} = \text{রাসায়নিক তুল্যাংক} \times '0000104$$

$$\text{অর্থাৎ, } Z = E \times '0000104 \text{ অথবা } E = \frac{Z}{'0000104},$$

$$\text{তথা: রাসায়নিক তুল্যাংক} = \frac{\text{তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক}}{'0000104}$$

$$\text{উদাহরণ: (i) } E_H = \frac{0000104}{0000104} = 1, \text{ (ii) } E_{Ag} = \frac{001118}{'0000104} = 108$$

$$\text{(iii) } E_O = \frac{0000829}{'0000104} = 8, \text{ (iv) } E_{Cu} = \frac{0003298}{'0000104} = 31.78$$

কপারের তুল্যাংকভার নির্ণয় (Eq. wt of Copper) :

(1) একটি ভল্টামিটারে (Voltmeter) দুইটি কপার তড়িদ্দ্রাব ফিট কর। ক্যাথোড তড়িদ্দ্রাবটি বিশুদ্ধ কপার ধাতুতে তৈরী হওয়া প্রয়োজন। এখন ভল্টামিটারে কপার সালফেট দ্রবণ লও এবং ইহাব মধ্যে কয়েক ফোঁটা সালফিউরিক অ্যাসিড ফেল। তড়িদ্বিশ্লেষণ শুরু হইবার আগে ক্যাথোড তড়িদ্দ্রাবটি পরীক্ষার কবিতা ধুইয়া এবং শুদ্ধ কবিতা ইহাব ওজন লও। এখন তড়িদ্দ্রাব দুইটি দ্রবণে রাখিয়া ব্যাটারীর সঙ্গে যুক্ত কর এবং তড়িৎ চালাও। কতক্ষণ তড়িৎ চালান হইল তাহা লক্ষ্য কর এবং কত পরিমাণ তড়িৎ-প্রবাহ চালান হইল অ্যাম্‌মিটার (Ammeter) দেখিয়া তাহা লিখিয়া লও। তড়িদ্-বিশ্লেষণের কালে ক্যাথোডে কপার ধাতু সঞ্চিত হইবে। ক্যাথোডটি ধুইয়া এবং শুকাইয়া পুনরায় ইহার ওজন লও এবং এইভাবে গণনা কর :

সঞ্চিত কপারের ওজন

$$= \text{ক্যাথোড দণ্ডের দ্বিতীয় ওজন} - \text{ক্যাথোড দণ্ডের প্রথম ওজন} = W \text{ গ্রাম}$$

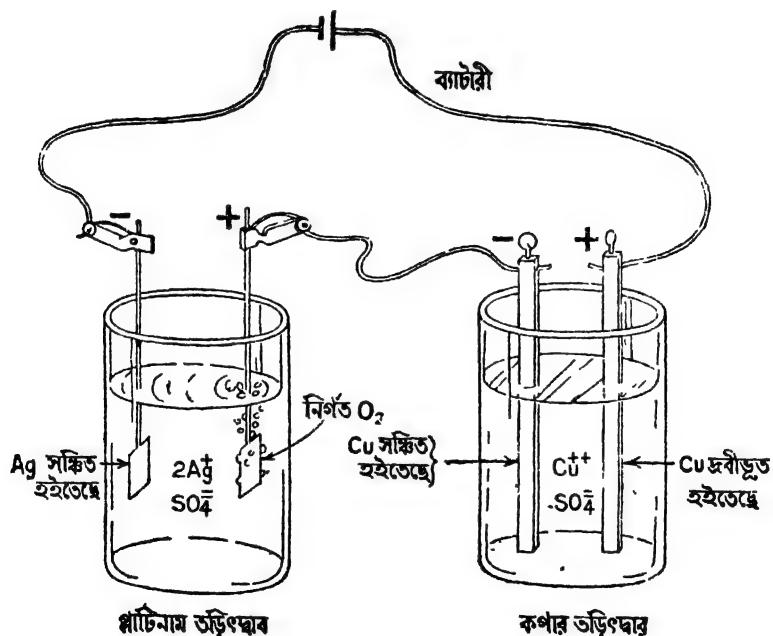
তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ = c অ্যাম্পেয়ার, সময় = t সেকেন্ড
 ফ্যারাডের সূত্র অনুযায়ী, $W = Z \cdot c \cdot t$

$$\text{অথবা } Z = \frac{W}{c \cdot t}, [\because Z = \text{কপারের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক}]$$

আমরা জানি কপারের রাসায়নিক তুল্যাংক

$$= \frac{\text{কপারের তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক}}{0.000104}$$

$$= \frac{W}{c \cdot t \times 0.000104}$$



(ii) দুইটি ভন্টামিটারে কপার সালফেট ও সিলভার সালফেট বা নাইট্রেট দ্রবণ লও। ক্যাথোডরূপে বিশুদ্ধ কপার ও সিলভার ধাতু বা পাত ব্যবহার করিতে হইবে। দুইটি ভন্টামিটারে একই পরিমাণ তড়িৎ চালাইয়া তড়িৎ-বিশ্লেষণ সম্পন্ন কর। তড়িৎবিশ্লেষণের আগে ও পরে কপার ও সিলভার ক্যাথোডের ওজন লইয়া কত কপার ও কত সিলভার সঞ্চিত হইল তাহা নির্ণয়

কব। এখন একটি ধাতুর রাসায়নিক তুল্যাংক জানিয়া অপরটির তুল্যাংক স্থির কব। যথা :

$$\frac{\text{ক্যাথোডে সঞ্চিত কপারের ওজন}}{\text{ক্যাথোডে সঞ্চিত সিলভারের ওজন}} = \frac{\text{কপারের তুল্যাংক}}{\text{সিলভারের তুল্যাংক}}$$

$$\text{অথবা, } \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_{Au}}{E_{Ag}}$$

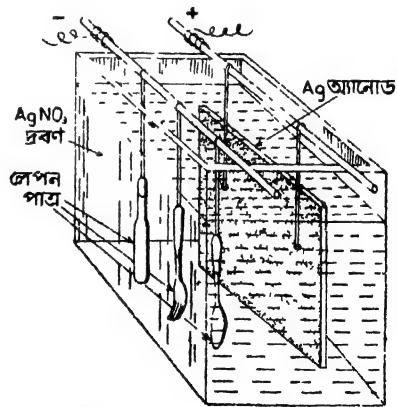
সিলভারের তুল্যাংক = 107.88, সুতরাং কপারের তুল্যাংক সহজেই গণনা কবা সম্ভব।

$$\text{সুতরাং } E_{Cu} = E_{Ag} \times \frac{W_1}{W_2}$$

তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতির ব্যবহারিক প্রয়োগ (Practical application of Electrolysis)

(i) তড়িৎ-লেপন বা ইলেকট্রোপ্লেটিং (Electroplating) :

জলবায়ুর প্রকোপ হইতে বক্ষা কবাব জন্ত এবং অগ্রান্ত প্রয়োজনে লোহা, তামা ইত্যাদি ধাতু দ্বারা তৈরী জিনিসপত্র, রূপা, নিকেল, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি ধাতু দ্বারা লেপন (প্লেটিং) কবা হয়। যে-দ্রব্যকে লেপন করা প্রয়োজন তাহাকে ভট্টমিটাবে ক্যাথোড বা নেগেটিভ তড়িদ্দ্বার রূপে ব্যবহার করা হয় এবং যে-পদার্থ দ্বারা প্রলেপ দেওয়া হয় সে পদার্থকে ব্যবহার করা হয় অ্যানোড বা পজিটিভ তড়িদ্দ্বারের রূপে। যে-পদার্থ দ্বারা প্রলেপ দিতে হইবে সেই পদার্থের কোন দ্রবণীয় লবণকে বিদ্রবণীয় যৌগ রূপে (Electrolyte) ব্যবহার করা



রূপা দ্বারা তড়িৎ-লেপন

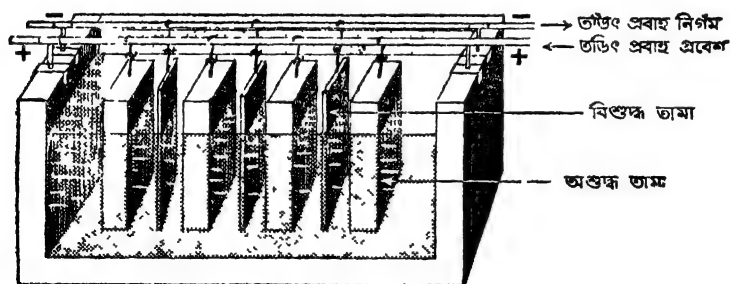
হয়। তামা, টিন বা লোহার পাत्रে রূপার প্রলেপ দেওয়ার জন্ত অ্যানোডরূপে কপার পাত্র, দ্রবণরূপে সিলভার নাইট্রেট এবং ক্যাথোড রূপে ব্যবহার করিতে হইবে তামা, টিন বা লোহার পাत्र। লোহার পাत्रে তামার প্রলেপের জন্ত কপার

অ্যানোড এবং আয়রন ক্যাথোড ও কপার সালফেট (CuSO_4) দ্রবণ, লোহা বা পাণ্ডে টিনের প্রলেপের জন্য টিন অ্যানোড এবং আয়রন ক্যাথোড ও স্টেনাস ক্লোরাইড (SnCl_2) দ্রবণরূপে ব্যবহার করা হয়।

(ii) ইলেকট্রোটাইপিং (Electro-typing) : যে ছাঁচে টাইপ বা ব্লক করা হইবে তাহাকে ক্যাথোডরূপে এবং যাহা দ্বারা টাইপ বা ব্লক তৈরী করা হইবে সেই ধাতু অ্যানোডরূপে ব্যবহার করা হয়। ইলেকট্রোলাইটরূপে ব্যবহার করা হয় অ্যানোডরূপে ব্যবহৃত ধাতুর লবণ। ছাঁচ তৈরী করা হয় মোম দ্বারা এবং ছাঁচের উপরে গ্রাফাইট পাউডার ছড়াইয়া দিয়া ছাঁচটিকে তড়িদ্বারা পবিত্র করা হয়। ছাঁচের উপরে ধাতুর প্রলেপ পড়ে।

(iii) ধাতুনিষ্কাশন (Extraction of Metal) : তড়িদ্বিচ্ছেষণ পদ্ধতি অনেক প্রকার ধাতু নিষ্কাশনের এক প্রধান উপায়। সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি এরূপ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। ধাতব লবণের তড়িদ্বিচ্ছেষণ করিয়া ধাতু নিষ্কাশিত করা হয়।

(iv) ধাতু পরিশোধন (Purification of Metal) : সোনা, রূপা, তামা ইত্যাদি ধাতু তড়িদ্বিচ্ছেষণ পন্থায় পবিশুদ্ধ করা হয়। এরূপ



অপবিশুদ্ধ তামার পরিশোধন

পরিশোধন ক্রিয়ায় অপবিশুদ্ধ ধাতুকে অ্যানোডরূপে এবং শুদ্ধ ধাতুর পাত ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করা হয় এবং দ্রবণরূপে ব্যবহার করা হয় সেই ধাতুর লবণ। অপবিশুদ্ধ কপার অ্যানোড, শুদ্ধ কপার ক্যাথোড এবং কপার সালফেট (CuSO_4) দ্রবণরূপে ব্যবহার করিয়া তামার পরিশোধন করা হয়।

(v) বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগ প্রস্তুতি (Manufacture of chemical compounds) : পটাসিয়াম ক্লোবেট, বস্টিক সোডা, সোডিয়াম কার্বনেট ইত্যাদি শিল্পে প্রয়োজনীয় রাসায়নিক দ্রব্য এবং ক্লোরিন গ্যাস তড়িদ্-বিচ্ছেষণ পন্থায় বৃহদায়তনে প্রস্তুত করা হয়।

(iv) রাসায়নিক বিশ্লেষণ (Chemical analysis) : বিভিন্ন ধাতু ও জল এবং তুল্যাকৃতি নির্ণয়ে তড়িদ্-বিচ্ছেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

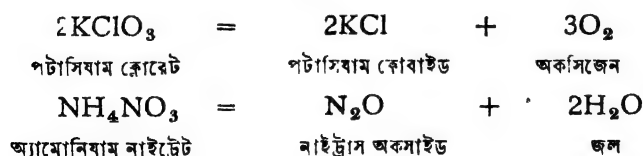
বিভাজন ও বিয়োজন তথা ডিকম্পোজিশন

ও ডিসোসিয়েশন

(Decomposition and Dissociation)

বিভাজন বা ডিকম্পোজিশন (Decomposition) : উত্তাপের ফলে যে বিক্রিয়ায় মূল যৌগ ভাঙ্গিয়া একাধিক সরল অণু গঠিত হয়, যে-বিক্রিয়া প্রতিমুখী (reversible) নয় অর্থাৎ, যাহা একমুখী (one sided) গতিতে সম্পূর্ণতা লাভ করে, যে-বিক্রিয়ায় উৎপন্ন পদার্থগুলিকে মিশ্রিত করিয়া মূল যৌগ পুনর্গঠিত করা যায় না এবং উৎপন্ন পদার্থের উপস্থিতি বা অপসারণে যে-বিক্রিয়া ত্বরান্বিত বা মন্দীভূত হয় না—সে রূপ বিক্রিয়াকে বলা হয় বিভাজন বা ডিকম্পোজিশন।

পটাসিয়াম ক্লোবেট উত্তাপের ফলে ভাঙ্গিয়া স্বায়াভাবে পটাসিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন অণু গঠন করে। ইহা একমুখী বিক্রিয়া এবং পটাসিয়াম ক্লোরাইডের উপস্থিতি বা অপসারণে বিক্রিয়ার গতি স্তব্ধ হয় না।



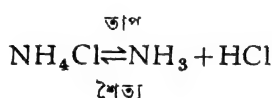
বিয়োজন বা ডিসোসিয়েশন (Dissociation)

বিয়োজন বা ডিসোসিয়েশন বিক্রিয়া দুই প্রকার। উত্তাপের ফলে যে বিয়োজন ঘটে তাকে বলা হয় তাপজনিত বিয়োজন বা থার্মেল

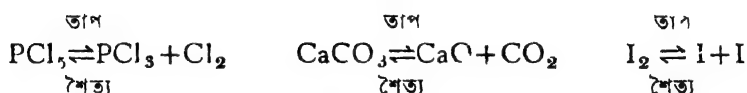
ডিলোমিয়ারেশন এবং দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় যে বিয়োজন ঘটে তাকে বলা হয় আয়নীয় বা ইলেক্ট্রোলাইটিক বিয়োজন।

তাপজনিত বিয়োজন (Thermal Dissociation) : উত্তাপের ফলে যে-বিক্রিয়ায় কোন পদার্থ বিস্ফিষ্ট হইয়া একাধিক নূতন পদার্থে পরিণত হয় সেইরূপ প্রতিক্রিয়ায় বিক্রিয়াকে বলা হয় তাপজনিত বিয়োজন। এরূপ বিক্রিয়ায় উৎপাদক ও উৎপন্ন পদার্থ প্রতিক্রিয়া পদ্ধতিতে পরস্পরের মধ্যে সমতা (equilibrium) রক্ষা করে এবং উৎপন্ন পদার্থগুলি মিশ্রিত ও শীতল করিয়া পুনরায় মূল যৌগ গঠন করা যায়। যথা :

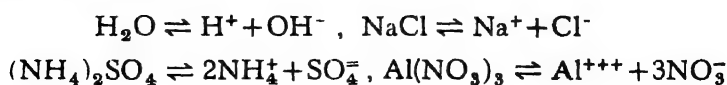
অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড একটি কঠিন পদার্থ। কোন পাত্রে উত্তপ্ত হইতে থাকিলে উহা ভাঙিয়া গিয়া অ্যামোনিয়া ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাসে পরিণত হয়। কিন্তু শীতল হওয়া মাত্রেই ঐ গ্যাস দুইটি পুনরায় মিলিত হইয়া কঠিন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সাদা ধূম (white fumes) উৎপন্ন করে। যথা :



এরূপ :



আয়নীয় বা ইলেক্ট্রোলাইটিক বিয়োজন (Ionic or Electrolytic Dissociation) : দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় তড়িৎ-বিশ্লেষ্য বা ইলেক্ট্রোলাইট যেরূপ প্রণালীতে ভাঙিয়া একাধিক আয়নে পরিণত হয় এবং প্রতিক্রিয়া পদ্ধতিতে মূল যৌগ এবং উৎপন্ন আয়নের মধ্যে সমতা রক্ষা করে তাহাকে বলা হয় আয়নীয় বিয়োজন। যথা :



তাপজনিত বিয়োজন (Thermal dissociation)	আয়নীয় বিয়োজন (Ionic dissociation)
<p>1. তাপজনিত বিয়োজনের ক্ষয় উত্তাপ প্রয়োজন কিন্তু এরূপ বিক্রিয়ার ক্ষয় মূল পদার্থকে দ্রবীভূত বা গলিত করার প্রয়োজন নাই।</p> <p>2. তাপজনিত বিয়োজনের কালে উৎপন্ন পরমাণু বা সরল অণুতে কোন বাহ্যিক তড়িৎচুম্বকীয় প্রকাশ পায় না অর্থাৎ ইহা বা প্রথম পদার্থ।</p> <p>3. তাপজনিত বিয়োজনে উৎপন্ন বিভিন্ন অণু দ্রবণ বা বিচ্ছুবণ (diffusion) অথবা ভৌত পদ্ধতিতে (physical means) পৃথক করা যায়।</p> <p>4. তাপজনিত বিয়োজনে বিক্রিয়া প্রতিদ্বন্দী বলিয়া উৎপাদক ও উৎপন্নদেব মধ্যে সমতা (equilibrium) বর্তমান থাকে।</p> <p>5. তাপজনিত বিয়োজন বিক্রিয়ার উৎপন্ন বিভিন্ন পদার্থের কোন একটিকে উৎপাদদেব সঙ্গে সঙ্গে অপসারিত করিয়া বিক্রিয়া সম্পূর্ণ করা যায়।</p>	<p>1. দ্রবীভূত বা গলিত অবস্থায় তড়িদ্বিচ্ছেদন বা ইলেক্ট্রোলাইটের বিয়োজন সম্ভব।</p> <p>2. আয়নীয় বিয়োজনের কালে উৎপন্ন মৌল বা মূলক তড়িৎ-কণা বা চার্জ বহন করিয়া আয়নরূপে গঠিত থাকে।</p> <p>3. আয়নীয় বিয়োজনে উৎপন্ন বিভিন্ন আয়ন কণাকে পরস্পর হইতে পৃথক করা যায় না।</p> <p>4. আয়নীয় বিয়োজন বিক্রিয়ার উৎপাদক যোগ ও উৎপন্ন আয়নদেব মধ্যে সমতা বর্তমান থাকে।</p> <p>5. তড়িদ্বিচ্ছেদন ক্রিয়ার উৎপন্ন আয়ন মৌলরূপে নির্গত বা সঞ্চিত হইলে অবশিষ্ট তড়িদ্বিচ্ছেদন পদার্থ বিয়োজিত হইয়া নুতন আয়ন গঠন করিয়া সমতা পুনঃস্থাপিত করে।</p>

Questions to be discussed

1. Define electrolysis, electrolyte, anion, anode, cation and cathode. Draw a neat sketch of a voltameter with copper sulphate and explain the above terms. What is the difference between Ion and Atom and gram Ion and gram Atom ? Why some electrolytes are called strong electrolytes and other weak ? Give examples.

[ইঙ্গিত : $W = z \times c \times t = z \times 60 \times 60$

$Z = \text{Na-এর তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক}$

$= \text{Na-এর রাসায়নিক তুল্যাংক} \times \text{হাইড্রোজেনের}$

$\text{তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক}$

$= 23 \times '0000104 \text{ গ্রাম}$

$10 = 23 \times '0000104 \times 60 \times 60 \times c \quad \therefore c = \text{কত ?]}$

(7) Define electro-chemical equivalent. Explain the connection between electro-chemical equivalent and chemical equivalent. Can you determine chemical equivalent of an element from this relation ? By passing 6 amperes of current for 10 minutes 4 gm. of Ag is produced. What is the electro-chemical equivalent of Ag ?

(ইঙ্গিত : $W = Zct$ বা $Z = \frac{W}{ct} = \frac{4}{6 \times 10 \times 60} = '001118 \text{ গ্রাম}$)

8. Define Faraday's 2nd law of electrolysis. How would you deduce the formula of electro-chemical equivalent by the application of the 2nd law ?

Find the electro-chemical equivalent of silver and oxygen (At wt. of Ag=108, O=16)

Electro-chemical equivalent of H = '0000104 gm

[ইঙ্গিত : Ag-র তড়িৎ-রাসায়নিক তুল্যাংক = $E_{\text{Ag}} \times '0000104 = '0011282 \text{ gm.}$

O " " " = $E_{\text{O}} \times '0000104 = 0000832 \text{ gm.}$

9. Chemical equivalent of Zn, Al and Fe are 32'5, 9 and 28 respectively. What would be their electro-chemical equivalents ?

[$Zn = '000338$, $Al = '0000936$, $Fe = '000291$]

10. What would be the process of electrolysis and what amount of metals would be liberated from the following solutions by passing one Faraday of electricity ?

(i) CuSO_4 solution with copper electrodes ;

(ii) CuSO_4 solution with platinum electrodes ,

(iii) NaCl solution with platinum electrodes .

(iv) Fused NaCl with platinum electrodes ,

(v) Very dilute NaCl solution with platinum electrodes.

(vi) When are equivalent amount of ions deposited as a result of electrolysis ?

[ইঙ্গিত : (i) ক্যাথোডের গারে 31.8 গ্রাম Cu জমা হইবে এবং অ্যানোড হইতে 31.8 গ্রাম কপার CuSO_4 দ্রবণে দ্রবীভূত হইবে, সুতরাং ক্যাথোডের ওজন 31.8 গ্রাম বাড়িবে এবং অ্যানোডের ওজন 31.8 গ্রাম ক্ষয় হইবে, (ii) 31.8 গ্রাম Cu জমা হইবে ক্যাথোডে এবং 8 গ্রাম O_2 উৎপন্ন হইবে অ্যানোডে, (iii) $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$;

\therefore 40 গ্রাম NaOH এবং 1 গ্রাম H_2 উৎপন্ন হইবে।

(iv) 23 গ্রাম Na ও 35.5 গ্রাম Cl_2 উৎপন্ন হইবে। (v) 1 গ্রাম হাইড্রোজেন (ক্যাথোড) 38 গ্রাম অক্সিজেন (অ্যানোড)।

11. How many grams of Cu, Na, H_2 , O_2 , Ag and Cl would be produced by passing one Faraday of electricity through CuSO_4 , NaOH, H_2O , molten NaCl, and molten AgCl respectively.

[Ans. প্রতি মৌলের তুল্যাংক]

12. How would you purify Cu and Ag by electrolysis ? How many Faraday of electricity would be required to purify 1000 gms of impure Cu and 1000 gms of impure Ag ?

[ইঙ্গিত : দ্রবণ CuSO_4 , ভল্টমিটার দুইটি Cu দ্বারা তৈরী, অপবিস্তৃত Cu অ্যানোড, ক্যাথোড বিস্তৃত Cu-পাত, অপবিস্তৃত Cu অ্যানোড হইতে Cu ক্ষয় হইয়া CuSO_4 দ্রবণে মিশিবে এবং CuSO_4 দ্রবণ হইতে বিস্তৃত Cu ক্যাথোডের গারে সঞ্চিত হইবে। Ag বিশোধনের ক্ষয় প্রয়োজন AgNO_3 দ্রবণ, অ্যানোড অপবিস্তৃত Ag, ক্যাথোড বিস্তৃত Ag.

31.8 গ্রাম Cu উৎপন্ন করে 1 ফারাডে, \therefore 1000 গ্রাম Cu উৎপন্ন করে $1000/31.8$ ফারাডে ; $E_{\text{Ag}} = 108$]

13. How a copper vessel is electroplated by silver and an iron vessel by copper ? In describing the process draw a neat sketch of a voltmeter. Ions of three elements carry 96,500, 193,000 and 289,500 coulombs of electricity respectively. What are the valencies of these elements ?

[ইঙ্গিত : (i) রূপার দণ্ড অ্যানোড : দ্রবণ AgNO_3 : ক্যাথোড ভাস্কর পাত্র, (ii) ভাস্কর দণ্ড অ্যানোড : দ্রবণ CuSO_4 : ক্যাথোড লোহার পাত্র।]

14. Define and explain Arrhenius theory of ionic dissociation. What are weak and strong electrolytes ?

15. How much copper would be liberated by the passage of 2 amperes current for 16 min. 5 sec. through a solution of copper sulphate ?

96,500 কুলম্ব 31.8 গ্রাম কপার উৎপন্ন করে।

$$[\text{ইঙ্গিত : } W = Z \cdot c \cdot t = Z \times 2 \times (16 \times 60 + 5)]$$

$$\text{কিছু } Z_{\text{Cu}} = E_{\text{Cu}} \times '0000104 = 31.8 \times '0000104 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{অতঃপর } W = 31.8 \times 0000104 \times 2 \times (16 \times 60 + 5)$$

16. In two different cells containing copper sulphate and silver nitrate solutions respectively equal amount of current is passed for an equal interval of time to produce 106 gm of copper and 3597 gm of silver respectively (i) Calculate chemical equivalent of silver. Eq. wt of copper is 31.8 (ii) What amount of silver would be obtained by passing 2 amp. current in silver nitrate sol. for 20 mins ?

$$[\text{ইঙ্গিত : (i) } \frac{\text{সিলভারের তুল্যত্ব}}{\text{কপারের তুল্যত্ব}} = \frac{\text{উৎপন্ন সিলভারের ওজন}}{\text{উৎপন্ন কপারের ওজন}}]$$

$$\therefore \text{Ag-এর তুল্যত্ব} = 31.8 \times \frac{3597}{106} = 107.9$$

$$(ii) W = Z \cdot c \cdot t = Z \times 2 \times 20 \times 60$$

$$Z_{\text{Ag}} = E_{\text{Ag}} \times 0000104 = \frac{107.9}{1} \times 0000104$$

$$\therefore W = 107.9 \times '0000104 \times 2 \times 20 \times 60 = 1.404 \text{ গ্রাম}]$$

17 What are the elements liberated by passing same amount of current through acidulated water, copper sulphate and silver nitrate solution ? What would be the amount of such elements liberated ? [10 c.c. of hydrogen is liberated at N.T.P. , At wt of Cu=63.6]

$$[\text{ইঙ্গিত : N. T. P.তে } 10 \text{ c.c. } H_2 = 10 \times 00009 = '00009 \text{ গ্রাম}]$$

$$\frac{\text{O-এর ওজন}}{\text{H-এর ওজন}} = \frac{E_{\text{O}}}{E_{\text{H}}} \quad \therefore \text{O-এর ওজন} = \frac{8 \times '00009}{1} = 0072 \text{ গ্রাম}$$

$$\frac{\text{Cu-এর ওজন}}{\text{O-এর ওজন}} = \frac{E_{\text{Cu}}}{E_{\text{O}}} \quad \therefore \text{Cu-এর ওজন} = \frac{31.8}{8} \times 0072 \text{ গ্রাম}$$

18. In a cell fitted with platinum electrodes 0.5 amp. current is passed for 23 min. through copper sulphate solution. At. wt. of Cu is 63.6.

(i) What amount of copper would be liberated ?

(ii) How much oxygen in c.c. would be produced at 27°C and 700 m.m. pressure ?

ইঙ্গিত : (i) $W = Z c t$, $Z = E \times '0000104$

$$\text{অতঃপর } Z = \frac{63.6}{2} \times '0000104 \text{ গ্রাম} \left[\because E = \frac{\text{At. wt.}}{\text{Valency}} \right]$$

$$W = \frac{63.6}{2} \times 0000104 \times 0.5 \times 20 \times 60 \text{ গ্রাম}$$

$$= '1977 \text{ গ্রাম}$$

$$\frac{\text{O এর ওজন}}{\text{Cu-এর ওজন}} = \frac{E_{\text{O}}}{E_{\text{Cu}}} \therefore \text{O এর ওজন} = '1977 \times \frac{8}{31.8} \text{ গ্রাম}$$

$$= 0.427 \text{ গ্রাম}$$

N. T. P তে এক গ্রাম-অণু অক্সিজেনের আয়তন = 22.4 লিটার

অতঃপর 32 গ্রাম অক্সিজেনের আয়তন = 22.4 লিটার

$$\therefore 0.427 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের আয়তন} = \frac{22.4}{32} \times 0.427 \text{ c.c.}$$

$$= 34.79 \text{ c.c.}$$

অতঃপর 27°C তাপে ও 700 m.m. চাপে 34.79 c.c. আয়তন অক্সিজেন যদি V c.c হয়, তবে :

$$V = \frac{34.79 \times 760 \times 300}{700 \times 273} \text{ c.c.}$$

19. What current will deposit 0.118 gm of silver per minute ?

[Ans. $\frac{1}{6}$ ampere]

20. A solution of a salt of a metal of atomic weight 112 was electrolysed for 15 minutes with a current of 1.5 amperes. The weight of the metal deposited was 783 gms. Find the valency of the metal.

[Ans. 2]

21. Calculate the volume of the electrolytic gas, (at N. T. P.) and weight of copper deposited when a current of 0.1 ampere is passed for 45 minutes through a voltameter containing acidulated water and one containing copper sulphate solution with copper electrodes.
[Ans. 47.22 c.c., 0.0891 gm.]

22. In the light of the Ionic theory :

(a) Define the terms *acid* and *acid salt* :

(b) Show what happens when a strong acid is neutralised with strong base.

(c) Explain the process of electrolysis of dilute sulphuric acid.
[H S Exam 1962]

23 State and illustrate Faraday's laws of electrolysis. Deduce from these laws (a) the definition of electro-chemical equivalent and (b) the relationship between electro-chemical and chemical equivalent.
[H. S Exam. (Comp.) 1962]

24. Define the terms, electrolysis and ions, illustrate How do the ions of an element differ from its atoms ?

A current of 2 amperes was passed through a N/10 solution of copper sulphate for 16 minutes and 5 seconds Calculate the amount of copper deposited on the cathode. 96500 coulombs liberate 31.8 gm of copper

What will be the effects when the same current is passed (i) through a N/5 solution of copper sulphate for the same time and (ii) through a N/10 solution of the same substance for 32 minutes and 10 seconds ?
[H S Exam. 1963]

25 (a) Starting from pure metallic copper how would you determine equivalent weight ? Give experimental details and method of calculation.

(b) 0.3975 gm of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous product was passed through a tube containing fused calcium chloride previously weighed. The gain in weight of the latter was 0.09 gm. Calculate the equivalent weight of copper. [At. wt. of Cu = 63.5]

(c) The weight of copper deposited from a solution of copper sulphate by a uniform current of 0.25 ampere flowing for one hour is 0.295 gm. Find the equivalent weight of copper.

(1 Faraday = 96500 coulombs) [H. S. Exam., 1964]

26. How would you combine the two laws of Faraday and then define "Faraday" ? How many Faradays of electricity will be required to produce 30 gms of oxygen ?

27. State the laws of electrolysis. How would you define electro-chemical equivalent ? How would you relate with it the chemical equivalent ? How would you measure $E.C.E.$? If you measure $C.E.$ in similar terms, what is it called ?

28. Define decomposition and dissociation. What do you understand by thermal dissociation and ionic dissociation ? Give examples. Compare these two types of dissociation.

29. A solution of sodium chloride can conduct electric current but a solution of cane sugar cannot. Give reasons for this anomaly.

State and explain Faraday's Laws of electrolysis.

What do you understand by 'electro-chemical equivalent' of an element and 'a Faraday' ? Illustrate.

[H. S. Exam. (comp) 1964]

পরিচয় : মধ্যযুগে অ্যালকেমিস্টরাও কয়েকটি অ্যাসিড প্রস্তুত করিতে পারিতেন সালফিউরিক, নাইট্রিক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুতির পদ্ধতি তাহাদের জানা ছিল। এই অ্যাসিড কয়টি বিশেষ তেজী পদার্থ। তাই, মধ্যযুগে ইহাদের নাম দেওয়া হয় ‘তেজী-তেল’ [oil of vitriol]। কিন্তু অ্যাসিড পদার্থটি কি এবং কিভাবে গঠিত সে-সম্বন্ধে অ্যালকেমিস্টদের কোন ধারণা ছিল না।

সর্বপ্রথম অ্যাসিডের সংজ্ঞা বচনা করার চেষ্টা করেন বিজ্ঞানী ববার্ট বয়েল। তিনি বলেন “অ্যাসিড সেই পদার্থ যাহা অনেক পদার্থকে দ্রবীভূত করিতে পারে, সালফারের ক্ষারীয় ট্রাইব্র হইতে সালফার অক্সিজেন ক্রিতে পাবে, নীল ভেষজ বস্তু লালবর্ণে রূপান্তরিত করিতে পারে এবং ক্ষারের সংস্পর্শে যাহার সমস্ত ধর্ম নষ্ট হইয়া যায়।”

সালফার, কার্বন ও ফসফরাসের অবসাইড হলে দ্রবীভূত করা হইল জলীয় দ্রবণে অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়। ইহা লক্ষ্য করিয়া বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিয়ার সিদ্ধান্ত করেন যে, অ্যাসিড দুই বকম পদার্থ দ্বারা গঠিত এবং ইহার একটি অংশ অক্সিজেন।

বিজ্ঞানী বার্থোলে প্রমাণ করেন যে হাইড্রোসিয়ার্নিক অ্যাসিডে অক্সিজেন নাই। বিজ্ঞানী ডেভি ১৮৪৮ খ্রীষ্টাব্দে প্রমাণিত করেন যে, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেও অক্সিজেন নাই। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, প্রাচীন অ্যাসিডে অক্সিজেন থাকে না। বরং ডেভি বলেন যে, অ্যাসিড মাত্রেরই অবিচ্ছেদ্য অংশ মৌলিক পদার্থ হইল হাইড্রোজেন এবং এই হাইড্রোজেনের উপরেই অ্যাসিডের ধর্ম নির্ভর করে। বহু বিজ্ঞানী ল্যাভয়সিয়ারের ‘অক্সিজেন মতবাদ’ সমর্থন করেন। কিন্তু বাজিলাস, গে লুসাক ও অ্যান্ড্রাস বিজ্ঞানী ডেভির ‘হাইড্রোজেন মতবাদ’ গ্রহণ করেন।

গে লুসাক বলেন যে, অ্যাসিড ও ক্ষারের সংজ্ঞা পরস্পরের উপরে নির্ভরশীল অর্থাৎ অ্যাসিড ক্ষারের ক্ষারক প্রশমিত করে এবং ক্ষার অ্যাসিডের ধর্ম প্রশমিত করে। ১৮৪৪ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী লাইবিগ অ্যাসিডের সংজ্ঞা দিয়া বলেন যে, অ্যাসিড সেই পদার্থ যাহার মধ্যে হাইড্রোজেন বর্তমান এবং এই হাইড্রোজেন ধাতুদ্বারা প্রতিস্থাপিত [replaced] করা যায়।

অ্যাসিডের একরূপ পরিচয় সম্পূর্ণভাবে সন্তোষজনক নয়। ১৮৬৭ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী আরহেনিয়াস অ্যাসিডের এক নতুন সংজ্ঞা রচনা করেন। এই সংজ্ঞা অ্যাসিডের আয়নীয় পরিচয় (Ionic concept) বা জলীয় আয়ন তত্ত্ব (water-ion theory) নামে পরিচিত। আরহেনিয়াসের সংজ্ঞা দ্বারাও অ্যাসিডের বিভিন্ন ধর্ম সম্পূর্ণরূপে

বিশ্লেষণ করা যায় না। কিন্তু সাধারণভাবে অ্যাসিড ও ক্ষারক আয়নীয় সংজ্ঞা দ্বারা বিভিন্ন ক্রিয়া-প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করা যায়। অ্যাসিড ও ক্ষারের কয়েকটি আধুনিক সংজ্ঞা আছে। তাহা উচ্চতর বসায়ন পাঠে জানা যাইবে। অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণের সাধারণ সংজ্ঞা দ্বিতীয় খণ্ডে উল্লেখ্য।

আবহেনিয়াসের সংজ্ঞা

প্রাক-আবহেনিয়াসের সংজ্ঞা অনুযায়ী যে-যৌগে প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন বর্তমান, যাহা স্বাদে অম্ল এবং যাহা নীল লিটমাসকে লালবর্ণে পরিণত করে তাহাই অ্যাসিড। যথা : HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ইত্যাদি। আবহেনিয়াসের তত্ত্ব বিয়োজন বা আয়নীয়বাদ অনুযায়ী :

অ্যাসিড (Acid) : হাইড্রোজেন-যুক্ত যে-যৌগ জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হইয়া ক্যাটায়নরূপে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) গঠন করে তাহাকে অ্যাসিড বলা হয়।



ক্ষারক (Base) : যে-যৌগ জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হইয়া আনায়নরূপে হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) গঠন করে তাহাকে ক্ষারক বা বেস (base) বলা হয়। অর্থাৎ, ক্ষার দ্রবণে একমাত্র হাইড্রোক্সিল আয়নই (OH^-) নেগেটিভ আয়নরূপে বর্তমান থাকে।



অ্যাসিড ও ক্ষারের মাত্রার তীব্রতা (Strength of acid and base) : কোন্ অ্যাসিড কত তীব্র তাহা নির্ভর করে সেই অ্যাসিডের আয়ন-রূপে বিয়োজিত হওয়ার ক্ষমতার উপরে। কোন্ অ্যাসিডে কয়টি হাইড্রোজেন পবমাণু আছে তাহা দ্বারা অ্যাসিডের তীব্রতা বা মাত্রা জানা যায় না। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের (HCl) অণুতে মাত্র একটি হাইড্রোজেন (H) পবমাণু বর্তমান কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের (HCl) জলীয় দ্রবণ ফসফরিক অ্যাসিড (H_3PO_4)-এর চেয়েও বেশিমাাত্রায় আয়নরূপে বিশ্লেষিত হয়। তাই হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) ফসফরিক অ্যাসিডের (H_3PO_4) চেয়ে তীব্রতর অ্যাসিড।

তীব্র অ্যাসিড (Strong acid) : যে অ্যাসিড জলীয় দ্রবণে তড়িৎ-বিয়োজিত হইয়া যত বেশি মাত্রায় মুক্ত হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) গঠন করে সেই অ্যাসিড তত বেশি তীব্র। HCl , H_2SO_4 , HNO_3 ইত্যাদি সাধারণত তীব্র অ্যাসিড। কারণ, জলীয় দ্রবণে ইহাবা প্রায় সম্পূর্ণ-ভাবে আয়নরূপে বিয়োজিত হয়।

হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড (HCN), কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3), অ্যাসিটিক অ্যাসিড (CH_3COOH) ইত্যাদি অ্যাসিডের আয়নরূপে বিয়োজিত হওয়ার ক্ষমতা কম। তাই ইহাদের দ্রবণে স্বল্প হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বর্তমান থাকে। সেজন্য ইহাবা মৃদু অ্যাসিড। ফসফরিক অ্যাসিডে (H_3PO_4) তিনটি প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন (H) পৰমাণু আছে। কিন্তু হাইড্রোজেন আয়ন (H^+)-রূপে ইহার আয়নীয় বিশ্লেষণ ক্ষমতা কম। তাই ইহাও একটি মৃদু অ্যাসিড।

মৃদু অ্যাসিড (Weak acid) : তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে যে অ্যাসিড স্বল্প মাত্রায় হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) গঠন করে তাহা মৃদু অ্যাসিড।

সেইরূপে কোন্ ক্ষার কত তীব্র তাহা নির্ভব কবে সেই ক্ষাবের আয়নরূপে বিয়োজিত হওয়ার ক্ষমতাব উপবে।

তীব্র ক্ষার (Strong base) : যে ক্ষার জলীয় দ্রবণে তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে যত বেশি মাত্রায় হাইড্রোকসিল আয়ন (OH^-) গঠন করে সেই ক্ষার তত বেশি তীব্র। সোডিয়াম ও পটাসিয়াম হাইড্রোকসাইড ($NaOH$ ও KOH) এরূপ তীব্র ক্ষাব।

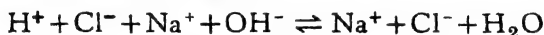
মৃদু ক্ষার (Weak base) : তড়িৎ-বিয়োজনের ফলে যে ক্ষার স্বল্প মাত্রায় হাইড্রোকসিল আয়ন (OH^-) গঠন করে তাহাই মৃদু ক্ষার।

অ্যামোনিয়াম হাইড্রোকসাইড (NH_4OH) বিশেষ বিশ্লেষকম নয় বলিয়া মৃদু ক্ষার। আয়রন ও অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোকসাইড [$Fe(OH)_3$ ও $Al(OH)_3$] আবও মৃদু ক্ষারক। কারণ, হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়নরূপে ইহাদের বিয়োজন ক্ষমতা খুব কম।

প্রশমন বা নিউট্রেলাইজেশন (Neutralisation)

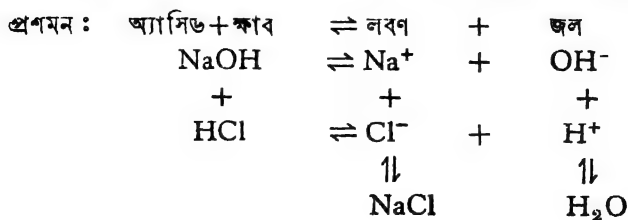
(i) সম তুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষারের পারস্পরিক বিক্রিয়ায় লবণ ও জল অণু গঠনের পদ্ধতিকে প্রশমন ক্রিয়া বলা হয়। এরূপ বিক্রিয়াব পরে দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারের কোন লক্ষণ থাকে না।
যথা : $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

(ii) প্রশমনের আয়নীয় সংজ্ঞা (Ionic definition of neutralisation) : সমতুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিড ও ক্ষার মিশ্রিত করিলে অ্যাসিডের হাইড্রোজেন (H^+) এবং ক্ষারের হাইড্রকসিল আয়ন (OH^-) পারস্পরিক সংযোগে অবিয়োজিত ও প্রশম জল অণু (H_2O) গঠন করিয়া যে বিক্রিয়া ঘটায় তাহাকে প্রশমন বা নিউট্রেলাইজেশন বলা হয়। সম-তুল্যাংকেব অ্যাসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়াব ফলে অ্যাসিডেব সমস্ত হাইড্রোজেন (H^+) আয়ন ক্ষারেব সমস্ত হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়নেব সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অবিয়োজিত জল অণু গঠন করে। দ্রবণে আব উদ্ভূত বা অতিবিক্ত হাইড্রোজেন (H^+) আয়ন বা হাইড্রকসিল আয়ন (OH^-) থাকে না বলিয়া ইহাতে অ্যাসিড বা ক্ষাবেব লক্ষণ প্রকাশ পায় না। প্রশমন ক্রিয়ায় বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



লবণ ও জলের বিশ্লেষণে যে-আয়ন তৈরী হয় তাহাব সমগ্র পজেটিভ ও সমগ্র নেগেটিভ চার্জের মাত্রা সমান। তাই, লবণ ও জল সর্বদা তড়িৎ নিরপেক্ষ (neutral) বা প্রশম পদার্থ। জলেব অণু আংশিকভাবে H^+ এবং OH^- আয়নরূপে বিয়োজিত হয়। কিন্তু পজেটিভ ও নেগেটিভ আয়নেব সংখ্যা সমান বলিয়া জলে অ্যাসিড বা ক্ষাবেব লক্ষণ প্রকাশ পায় না।

প্রশমন ক্রিয়া তথা নিউট্রেলাইজেশন পদ্ধতিতে অ্যাসিডের হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) সঙ্গে ক্ষারের হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়নেব সংযোগে অবিশ্লিষ্ট জলীয় অণু এইরূপ ভাবে গঠিত হয়। যথা : $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$



NaOH অর্থাৎ ক্ষার Na^+ ও OH^- -রূপে এবং HCl অর্থাৎ অ্যাসিড H^+ ও Cl^- আয়নরূপে বিয়োজিত হয়। Na^+ ও Cl^- আয়ন পুনরায় সংযুক্ত হইয়া NaCl অর্থাৎ লবণ এবং H^+ ও OH^- আয়ন সংযুক্ত হইয়া H_2O জল গঠন করে। প্রশমন ক্রিয়া সম্পূর্ণ হইলে জলে কোন উদ্বৃত্ত H^+ বা OH^- আয়ন থাকে না বলিয়া অ্যাসিড বা ক্ষারবেদ লক্ষণ প্রকাশ পায় না। প্রশমিত দ্রবণে থাকে শুধু জল এবং লবণ।

অ্যাসিডের ক্ষার-গ্রাহিতা (Basicity of Acid) : অ্যাসিডের কোন ক্ষারকে প্রশমনের ক্ষমতা দ্বারা সেই অ্যাসিডের ক্ষার-গ্রাহিতা বা বেসিসিটি নির্দিষ্ট ও নির্ধারিত হয়। কোন অ্যাসিড অণুতে যে-কয়টি প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পবমাণু বর্তমান তাহা সে-কয়টি হাইড্রোজেন আয়ন গঠনে সক্ষম বলিয়া অ্যাসিডের ক্ষার-গ্রাহিতা বা বেসিসিটি নির্ণয় করা হয় অ্যাসিডের প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন পবমাণু সংখ্যা দ্বারা। যথা :

মনোবেসিক অ্যাসিড	ডাইবেসিক অ্যাসিড	ট্রাইবেসিক অ্যাসিড
(Monobasic)	(Di-basic)	(Tri-basic)
HCl	H_2S	H_3PO_4
HBr	(হাইড্রোসালফিউরিক)	(ফসফরিক)
HI	H_2CO_3	H_3BO_3
HCN	(কার্বনিক)	(বোরিক)
(হাইড্রোসায়ানিক)	H_2SO_3	H_3AsO_3
HNO_3	H_2SO_4	(আবসিনিয়াম)
HNO_2	H_2SiO_3	H_3AsO_4
(নাইট্রাস)	(সিলিসিক)	(আবসেনিক)

ক্ষারের অ্যাসিড-গ্রাহিতা (Acidity of a Base) : ক্ষারকের বা বেসের অ্যাসিডকে কোন প্রশমন করার ক্ষমতা দ্বারা ক্ষারের অ্যাসিড-গ্রাহিতা ও অ্যাসিডিটি নির্দিষ্ট ও নির্ধারিত হয়। ইহা নির্ণয় করা হয় একটি ক্ষার অণু কোন অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনযোগ্য কয়টি হাইড্রোজেন পবমাণু বা আয়নের (H^+) সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে পারে সেই সংখ্যা দ্বারা। সাধারণভাবে বলা যায়, ক্ষারক অণুর যে কয়টি হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়ন অ্যাসিড

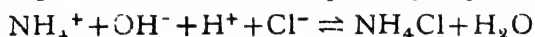
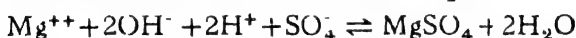
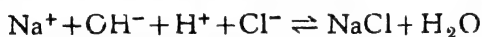
প্রশমনের জন্ত ব্যবহৃত হয় সেই সংখ্যা দ্বারাই ক্ষাবের অ্যাসিড-গ্রাহিতা নির্দিষ্ট হয়। যথা :

মোনো অ্যাসিডিক	ডাই অ্যাসিডিক	ট্রাই অ্যাসিডিক
ক্ষারক বা বেস	ক্ষারক বা বেস	ক্ষারক বা বেস
(Mono-acidic)	(Di-acidic)	(Tri-acidic)
NaOH	Ca(OH) ₂	Fe(OH) ₃
KOH	Mg(OH) ₂	Al(OH) ₃

লবণের গঠন ও শ্রেণীভাগ

(Formation & Classification of Salts)

লবণ (Salt) : অ্যাসিডের প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু বা আয়ন সম্পূর্ণভাবে অথবা অংশত কোন ধাতুর পরমাণু বা ক্ষারকীয় মূলক বা আয়ন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইলে যে-যৌগিক পদার্থটি গঠিত হয় তাহাই লবণ। যথা :

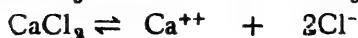
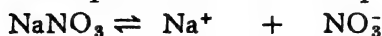
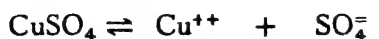


লবণের দুইটি অংশ। একাংশে ধাতব (metallic) বা ক্ষারক-মূলক (basic radical) এবং অপর অংশটিকে অ-ধাতব (non-metallic) বা অ্যাসিড-মূলক (acid radical) বলা হয়।

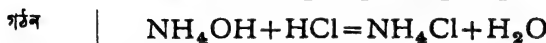
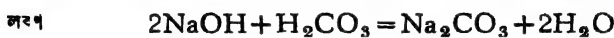
বিভিন্ন লবণ (Salt)	ধাতব বা ক্ষারক মূলক (Metallic or Basic Radical)	অ-ধাতব বা অ্যাসিড মূলক (Non-metallic or Acid Radical)
NaCl	Na	Cl
MgSO ₄	Mg	SO ₄
KNO ₃	K	NO ₃

আয়নরূপে লবণের দুইটি অংশ তথা ক্যাটায়ন বা পজিটিভ আয়ন এবং অ্যানায়ন বা নেগেটিভ আয়ন। লবণ জলীয় দ্রবণে আয়নরূপে বিয়োজিত হয় এইভাবে :

লবণ → ক্যাটায়ন + অ্যানায়ন

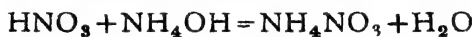
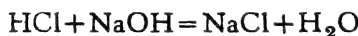


প্রশম লবণ (Normal or neutral salt) : কোন অ্যাসিডের প্রতিস্থাপন-যোগ্য সব কয়টি হাইড্রোজেন (H) পরমাণু কোন ধাতু বা ধাতুধর্মী মূলক দ্বারা সম্পূর্ণভাবে প্রতিস্থাপিত হইলে যে যৌগ গঠিত হয় তাহাকে বলা হয় প্রশম লবণ। প্রশম লবণে প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন (H) অথবা ক্ষারকীয় অক্সিজেন (O) বা হাইড্রোক্সিল মূলক (OH) থাকে না। তাই সাধারণত ইহাদের জলীয়-দ্রবণ নিরপেক্ষ (neutral) বা প্রশম অর্থাৎ দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায় না।



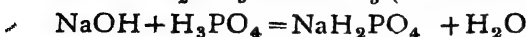
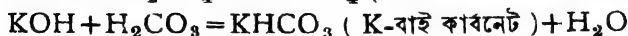
Na_2SO_4 , CaCl_2 , NH_4Cl , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ইত্যাদি যৌগগুলি প্রশম লবণের কয়েকটি উদাহরণ।

যে অ্যাসিডে একটি মাত্র প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন (H^+) পরমাণু বা অয়ন বর্তমান অর্থাৎ মনোবেসিক অ্যাসিড তাহা সর্বদা প্রশম (normal) লবণ গঠন করে। যথা :

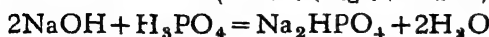


বাই-লবণ (Bisalt) বা অ্যাসিড-লবণ (Acid salt) : যে-অ্যাসিডে প্রতিস্থাপনযোগ্য একাধিক হাইড্রোজেন (H) পরমাণু বর্তমান তাহার হাইড্রোজেন (H) পরমাণু আংশিকভাবে ধাতু বা ধাতু-ধর্মী মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া লবণ গঠন করার পরেও এরূপ যে লবণে প্রতিস্থাপন-যোগ্য হাইড্রোজেন পরমাণু অবশিষ্ট থাকে তাহাকে অ্যাসিড বা বাই-লবণ বলা হয়।

পলিবেসিক অ্যাসিডেব হাইড্রোজেন ক্ষারকীয় বা ধাতবমূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া বাই বা অ্যাসিড লবণ তৈরী করা যায়। যথা :

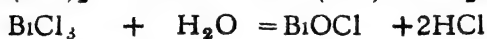
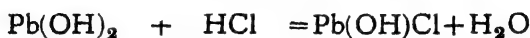


(Na-ডাই হাইড্রোজেন ফসফেট)



(ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট)

ক্ষারকীয় লবণ (Basic salt) : ক্ষারকীয় লবণ বলা হয় সেই সব লবণকে অ্যাসিড ও পলি অ্যাসিডিক ক্ষারকের প্রশমন ক্রিয়ায় গঠিত হওয়ার পরেও যাহার মধ্যে উদ্বৃত্ত অক্সিজেন বা হাইড্রোক্সিল মূলক থাকে এবং যাহাকে অতিরিক্ত অ্যাসিড মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া প্রশম লবণে পরিণত করা যায়। যখন উচ্চতর অর্থাৎ ডাই বা পলি-অ্যাসিডিক ক্ষাবক আংশিকভাবে অ্যাসিড দ্বারা প্রশমিত হয় তখন তৈরী হয় ক্ষারকীয় লবণ। যথা :



(বিসমাথ ক্লোরাইড)

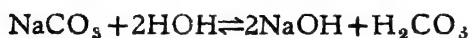
(বিসমাথ অক্সিক্লোরাইড)

$2\text{PbCO}_3, \text{Pb(OH)}_2$ —খেত সীসা লেডেব একটি ক্ষাবকীয় কার্বনেট ;
 $\text{CuSO}_4, \text{Cu(OH)}_2$ —কপাৰেব একটি ক্ষাবকীয় সালফেট।

লবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ

(Hydrolysis of Salt)

সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) একটি প্রশম লবণ। হুতরাং ইহাব জলীয় দ্রবণে উদ্বৃত্ত হাইড্রোজেন (H^+) আয়ন বা হাইড্রোক্সিল (OH^-) আয়ন থাকা উচিত নয়। সাধারণত কোন লবণ দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারের ধর্ম দেখা যায় না। কিন্তু সোডিয়াম কার্বনেটেব জলীয় দ্রবণেব সংস্পর্শে লাল লিটমাস নীল হইয়া যায়। কাবণ, জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) বিশ্লেষিত হইয়া কষ্টিক সোডা ও কার্বনিক অ্যাসিডে (NaOH ও H_2CO_3) পরিণত হয়। কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3) মুহু অ্যাসিড কিন্তু কষ্টিক সোডা (NaOH) তীব্র ক্ষার। তাই, সোডিয়াম কার্বনেটেব জলীয় দ্রবণে ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায়। আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে এইভাবে :



লবণ

জল

তীব্রক্ষার

মুহু অ্যাসিড

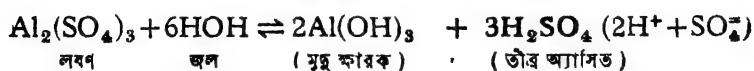
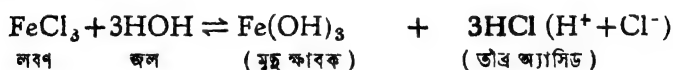
অ্যাসিড ও বেস বা ক্ষারকের বিক্রিয়ায় লবণ ও জল গঠিত হয়। অ্যাসিড ও বেস বা ক্ষারক চার রকমে লবণ গঠন কবিতো পারে। যথা :

1. তীব্র অ্যাসিড ও তীব্র বেস বা ক্ষাবক
2. মুহু অ্যাসিড ও মুহু বেস বা ক্ষাবক
3. তীব্র অ্যাসিড ও মুহু বেস বা ক্ষারক
4. মুহু অ্যাসিড ও তীব্র বেস বা ক্ষাবক

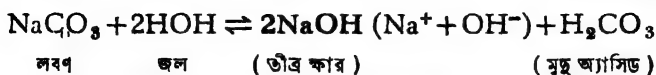
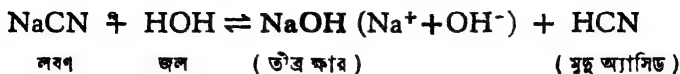
আর্জ-বিশ্লেষণ (Hydrolysis) : তীব্র ক্ষারক (strong base) ও মৃদু অ্যাসিড (weak acid) এবং মৃদু ক্ষারক (weak base) ও তীব্র অ্যাসিডের (strong acid) পারস্পরিক প্রাণয়ন বিক্রিয়ায় যে-লবণ গঠিত হয় সেই লবণ জলীয় দ্রবণে বিশ্লেষিত বা বিয়োজিত (dissociated) হইয়া যায় এবং সেই বিশ্লিষ্ট দ্রবণে যথাক্রমে ক্ষার (base) এবং অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়। জলীয় দ্রবণে লবণের এইরূপ বিশ্লেষণ পদ্ধতিকে বলা হয় আর্জ-বিশ্লেষণ বা হাইড্রোলিসিস (Hydrolysis)।

যে-দ্রবণে অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায় তাহাতে জলেব হাইড্রোজেন আয়ন অপেক্ষাও অতিবিক্ত হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) বর্তমান থাকে এবং যে-দ্রবণে ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায় তাহাতে জলের হাইড্রোকসিল আয়ন অপেক্ষাও অতিবিক্ত হাইড্রোকসিল আয়ন (OH^-) বর্তমান থাকে।

1. **মৃদু ক্ষারক ও তীব্র অ্যাসিডের লবণ (Salt of weak base and strong acid) :** মৃদু ক্ষারক ও তীব্র অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় গঠিত লবণের জলীয় দ্রবণে আর্জ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং দ্রবণে অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়। HCl , H_2SO_4 ও HNO_3 —এরূপ তীব্র অ্যাসিড যদি আয়বন, অ্যালুমিনিয়াম বা কপারের হাইড্রোকসাইড $[Fe(OH)_3, Al(OH)_3, \text{ বা } Cu(OH)_2]$ জাতীয় মৃদু ক্ষারকের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া লবণ গঠন কবে তবে জলীয় দ্রবণে সেই লবণের আর্জ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং ইহাতে অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়। যথা :



2. **তীব্র ক্ষারক ও মৃদু অ্যাসিডের লবণ (Salt of strong base and weak acid) :** তীব্র ক্ষারক ও মৃদু অ্যাসিডের লবণের জলীয় দ্রবণে আর্জ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং দ্রবণে ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায়। $NaOH$, KOH ইত্যাদি তীব্র ক্ষারের সঙ্গে যদি কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3), হাইড্রোসায়ানিক অ্যাসিড (HCN) ইত্যাদি মৃদু অ্যাসিডের লবণ গঠিত হয় তবে সেই লবণের জলীয় দ্রবণে আর্জ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং ইহাতে ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায়। যথা :

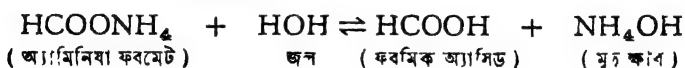


3. মৃদু ক্ষারক ও মৃদু অ্যাসিডের লবণ (Salt of weak base and weak acid) : মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারকের লবণ জলীয় দ্রবণে বিশ্লেষিত হইয়া মৃদু ক্ষারক ও মৃদু অ্যাসিডে পরিণত হয়। যদি ক্ষারক ও অ্যাসিড দ্রবণের শক্তি সমান হয়, তাহা হইলে এই লবণের জলীয় দ্রবণ কার্যত নিরপেক্ষ বা প্রশম (neutral) থাকে। যথা :

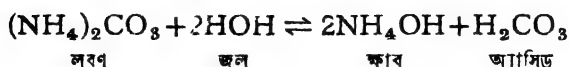
অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেটের জলীয় দ্রবণ মোটামুটি নিরপেক্ষ বা প্রশম (neutral) থাকে। কারণ, আর্দ্র-বিশ্লেষণে প্রাপ্ত অ্যাসেটিক অ্যাসিড (CH_3COOH) এবং অ্যামোনিয়াম হাইড্রোকসাইড উভয়েই ধর্ম মৃদু। যথা : $\text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{HOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$

লবণ জল (মৃদু অ্যাসিড) (মৃদু ক্ষার)

অ্যাসিড বা ক্ষার একটি অপবটি হইতে অপেক্ষাকৃত তীব্রতব হইলে এই লবণগুলির জলীয় দ্রবণে যথাক্রমে অ্যাসিড বা ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায়। অ্যামোনিয়াম ফরমেটেব জলীয় দ্রবণে অ্যাসিডের সামান্য লক্ষণ প্রকাশ পায়। কাবণ, মৃদু ক্ষারিক অ্যাসিড পাবম্পবিক তুলনায় মৃদু অ্যামোনিয়াম হাইড্রোকসাইড হইতে তীব্রতব।

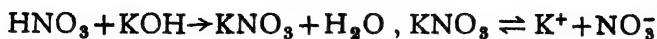
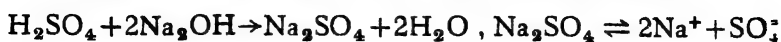
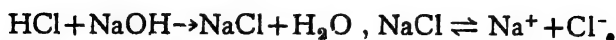


অ্যামোনিয়াম কার্বনেট লবণ মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারের প্রশমনে গঠিত। কিন্তু ইহাব আর্দ্র-বিশ্লেষণে যে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোকসাইড (NH_4OH) তৈবী হয় তাহা কার্বনিক অ্যাসিডের তুলনায় তীব্রতব। তাই এরূপ দ্রবণে ক্ষারের লক্ষণ প্রকাশ পায়। যথা :



4. তীব্র অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষারকের লবণ (Salt of strong acid and strong base) : একমাত্র তীব্র ক্ষারক ও তীব্র অ্যাসিডের লবণের জলীয় দ্রবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে না। কারণ, ইহাদের বিশ্লেষণে উদ্ভূত হাইড্রোজেন (H^+) আয়ন বা হাইড্রোকসিল (OH^-) আয়ন গঠিত হয় না।

সেইজন্ত একরূপ লবণেব জলীয় দ্রবণে অ্যাসিড বা ক্ষারকের লক্ষণ প্রকাশ পায় না বলিয়া ইহারা নিরপেক্ষ বা প্রশম লবণ। যথা :



Questions to be discussed

1 Define acid and base according to Arrhenious concept. What are strong acid and weak base? What is basicity of an acid and acidity of a base? Give examples.

2. What happens if you put litmus paper in a solution of sodium carbonate and ferric chloride separately? Define and explain hydrolysis of salt.

3. What is neutralisation? What are the different kinds of salts and bases? Give illustrations of acid and basic salts.

4. What happens when the following salts are dissolved in water? Give equation.

NaCl , Na_2CO_3 , AlCl_3 , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, FeCl_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ and K_2S How would you examine the acidic, basic or neutral nature of these solutions?

5. Define and illustrate neutral, acid and basic salt. What are the reasons of acidic or basic indications of solutions of certain salts to litmus?

6. Write short notes on the following :—

(a) acids, bases and salts, (b) acid salt and basic salt, (c) hydrolysis. (Illustrate with suitable examples.)

[H. S.; Exam. (comp.) 1960]

7. In the light Ionic theory :

(a) Define the terms *acid* and *acid salt*.

(b) Show what happens when a strong acid is neutralised with strong base. (c) Explain the process of electrolysis of dilute sulphuric acid.

[H. S. Exam. 1962]

8 Explain the terms acids, bases and neutralization. Illustrate with simple ionic equations.

What do you mean by a basic salt? Why does a solution of sodium carbonate give an alkaline reaction?

[H. S. Exam. (comp) 1963]

পরমাণুর পরিচয় এক বিশ্বব্যব বৈজ্ঞানিক কাহিনী। এই কাহিনীর সূত্রপাত হয় 1856 খ্রীষ্টাব্দে। এই বৎসর জার্মান বিজ্ঞানী প্লুকর (Plucker) এক ঐতিহাসিক আবিষ্কার করেন। প্লুকর জানান, বায়ুশূন্য কাচের চোঙের মধ্যে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হইতে এক রকম অজ্ঞাত ও অদৃশ্য রশ্মি শোভের



ক্যাথোড বস্মি

আকারে নির্গত হয়। পরীক্ষার দেখা যায়, ইহাবা আলোকরশ্মি নয়। এরূপ রশ্মি নেগেটিভ তড়িৎধর্ম সম্পন্ন। তাই, এই রশ্মির নাম দেওয়া হয় ক্যাথোড রশ্মি

(Cathode rays)। ব্রিটিশ বিজ্ঞানী জে. জে. থমসন (Thomson) এক পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করেন যে, ক্যাথোড রশ্মি নেগেটিভ তড়িৎধর্মী অতি সূক্ষ্ম বিভূত্বকণাব সমষ্টি। তিনি একপ কণাব ওজন নির্ণয় করিয়া দেখেন যে, একপ একটি কণাব ওজন একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর $\frac{1}{1836}$ ভাগ এবং ইহাব চার্জ (charge) নেগেটিভ এবং চার্জের মাত্রা এক। এই কণাগুলি অতি দ্রুতগামী। ইহাদের গতি সেকেন্ডে হাজার হাজার মাইল। এরূপ একমাত্রা নেগেটিভ চার্জবাহী তড়িৎ-কণাব নাম দেওয়া হয় ইলেকট্রন (Electron)।

প্লুকরের পরীক্ষার আরও বিশ্লেষণ করিয়া 1886 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী

গোল্ডস্টিন (Goldstien

ক্যাথোড রশ্মির চোঙে আবণ্ড

একরকম বস্মি আবিষ্কার করেন।

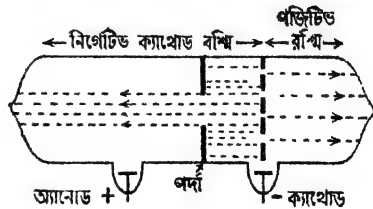
ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের গায়ে যদি

ছিদ্র করিয়া দেওয়া যায় তবে

ক্যাথোড রশ্মি-শোভের ঠিক

বিপরীত দিকে আরেক প্রকার

রশ্মি প্রবল শোভের আকারে নির্গত হইতে আরম্ভ করে। পরীক্ষায় দেখা যায়,



ক্যাথোডের রশ্মি ও পজিটিভ রশ্মি

এরূপ রশ্মিও আলোক রশ্মি নয়। ইহা বা পজেটিভ ধর্মী তড়িৎ-কণা। এরূপ রশ্মির নাম দেওয়া হয় পজেটিভ রশ্মি (Positive rays)। পবে আবণ্ড বিশদ পরীক্ষায় দেখা যায়, এরূপ একটি বশিকণাব চার্জ ধর্মে পজেটিভ এবং চার্জেব মাত্রা এক। এরূপ পজেটিভ কণা ওজনে হাইড্রোজেন পরমাণুর সমান অর্থাৎ ইহা ইলেকট্রন কণার চেয়ে 1836 গুণ ভারী। কিন্তু এরূপ পজেটিভ কণার গতিবেগ ইলেকট্রন কণার প্রায় শতাংশের একাংশ মাত্র। পরবর্তীকালে এরূপ একমাত্রা পজেটিভ চার্জবাহী তড়িৎ-কণাব নাম দেওয়া হয় প্রোটন (Proton)।

১৮৯৬ খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী লেনার্ড (Lenard) এক পরীক্ষা করিয়া প্রমাণ করেন যে, ইলেকট্রন বায়ুর স্তর ভেদে বটেই, এমন কি, কাচ ও তামা এবং আলুমিনিয়ামের দ্বারা অত্যন্ত ধাতুর পাত অনায়াসে ভেদ করিয়া চলাচল করিতে পারে। এই সকল বাধা ইলেকট্রনের কাছে কোন বাধাই নয়। প্রায় এট বৎসরই বিজ্ঞানী থমসন আবণ্ড একটি বিশ্ময়কর আবিষ্কার করেন। তিনি দেখান যে, তড়িৎ ও বস্তু অভিন্ন পদার্থ এবং উভয়েই ওজন আছে।

ক্যাথোড বশি, পজিটিভ বশি এবং থমসন ও লেনার্ডের আবিষ্কার
বিজ্ঞানীদের মনে এক বহুশতাব্দী প্রচলিত সৃষ্টি হবে। এই নেগেটিভ ও পজিটিভ
তড়িৎ-কণাগুলির উৎস কোথায়? ইহাদের উৎস কি পূর্বমানুষ অভ্যস্ত হবে?

তেজসক্রিয়া (Radio-activity)

1896 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী বনটজেন একা-য়ে আবিষ্কার করেন। এই পদমাণ্য বস্তুটি যন্ত্রপাতি ব্যবহার না কবিয়া পিচব্লেন্ড নামের একপ্রকার প্রাকৃতিক পদার্থ হইতে আবিষ্কার করা যায় কি-না সেই গবেষণা কবিত্তে যাইয়া ফরাসী বিজ্ঞানী বেকারেল (Becquerel) ফটোব প্লেটে আবেকটি অজানা ও অদ্ভুত বস্তু আবিষ্কার করেন। পিচব্লেন্ড হইতে যে বস্তু নির্গত হয় সেই রশ্মি বর্ণ নির্গমন আলোকে বা অন্ধকারে অথবা উত্তাপে বা হিমতায়—কোন অবস্থায়ই নিয়ন্ত্রণ করা যায় না। অনর্গল ও অবিরাম এবং সর্ব-অবস্থায় ও স্বতঃস্ফূর্তভাবে যে অদৃশ্য রশ্মি নির্গত হয় সেই সর্ব-নিয়ন্ত্রণ-উপেক্ষা-কারী রশ্মি-নির্গমন-ক্রিয়াকে বলা হয় তেজস্ক্রিয়া বা রেডিও অ্যাকটিভিটি (radio-activity) এবং যে-পদার্থ হইতে এরূপ রশ্মি নির্গত হয় তাহাকে বলা হয় তেজস্ক্রিয় বা রেডিও-অ্যাকটিভ পদার্থ (Radio active substance)। এই সংজ্ঞা বেকারেলের দেওয়া (পূর্ণ সংজ্ঞা 106 পৃঃ)।

এই পিচব্লেন্ডে হইতে পাওয়া যায় সবচেয়ে ভারী মৌলিক পদার্থ ইউরেনিয়াম (Uranium) এবং দেখা যায়, এই ইউরেনিয়াম একটি তেজস্ক্রিয় পদার্থ। ইহার পরে 1898 খ্রীষ্টাব্দে ফরাসী বিজ্ঞানী পিয়েরে কুরি (Pierre Curie) এবং তাঁহার পোলিশ সহধর্মিণী ম্যাডাম কুরি (Madam Curie) পিচব্লেন্ডে হইতে রেডিয়াম (Radium) ও পোলোনিয়াম (Polonium)



তেজস্ক্রিয় রেডিয়াম বাতু ধরা ফটোব প্লেটে
বেডিয়াম কণাটি ইংবাজীতে লেখা হইয়াছে

পোলোনিয়াম। পবে থোরিয়াম (Thorium) নামের আবও একটি তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ আবিষ্কৃত হয়। বেডিয়ামের বিশ্লেষণে দেখা যায় বেডিয়ামের তেজস্ক্রিয় ক্ষমতা ইউরেনিয়ামের প্রায় দশ লক্ষ গুণ বেশি। আবও দেখা যায় যে তেজস্ক্রিয় বায়ু নির্গমনের ফলে উত্তাপ সৃষ্টি হয় এবং এই উত্তাপ এত বোঁশ যে, সমান ওজনের কয়লা জ্বালাইয়া এরূপ উত্তাপ সৃষ্টি করা সম্ভব নয়। পাঁচ গ্রাম হিমশীতল জনকে পাঁচ গ্রাম বেডিয়ামের তেজস্ক্রিয়া-সৃষ্ট উত্তাপে অনায়াসে বাষ্পে পরিণত করা যায়। কিন্তু পাঁচ গ্রাম কয়লা দ্বারা তাহা সম্ভব নয়।

তেজস্ক্রিয় রশ্মির বিশ্লেষণ
(Analysis of Radio-active Rays) : বিংশ শতাব্দীর প্রারম্ভে ষে-বিজ্ঞানীর অবদান তেজস্ক্রিয়া ও পরমাণু বিজ্ঞানে অবিস্মরণীয় এবং যিনি পরমাণু বিজ্ঞানের জনক বন্দিয়া বিজ্ঞানের ইতিহাসে পরিচিত তাঁহার নাম বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড (Rutherford)। রাদারফোর্ড

নামের আরও দুইটি তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ আবিষ্কার করেন। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, পিচব্লেন্ডের তেজস্ক্রিয় কণা পিচব্লেন্ডের অবস্থিত তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ ইউরেনিয়াম, রেডিয়াম ও

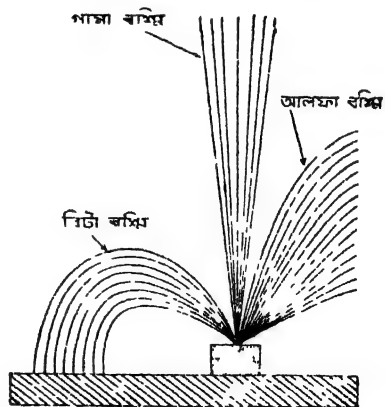


বিজ্ঞানী Rutherford

প্রমাণ করেন যে, ইউরেনিয়াম, রেডিয়াম ও থোরিয়াম আতীত প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের তেজস্ক্রিয় বশ্মির সামনে চুম্বক আনিয়া ধবিলে রশ্মি-ধারা তিন ভাগে ভাগ হইয়া যায়। এক ভাগ রশ্মি পজেটিভ চুম্বকের দিকে আকর্ষিত হয়, আর এক ভাগ বশ্মি পজেটিভ চুম্বকের বিপরীত দিকে বিকর্ষিত হইয়া বাকাইয়া যায় এবং তৃতীয় ভাগ রশ্মি চুম্বকের উপস্থিতি অগ্রাহ্য করিয়া সোজা সরল রেখায় নির্গত হইতে থাকে। এই পবীক্ষায় স্পষ্টভাবে জানা যায়, যে-বশ্মিগুচ্ছ চুম্বকের পজেটিভ মূখের দিকে আকর্ষিত হয় সেগুলি নেগেটিভ তড়িৎধর্মসম্পন্ন এবং যে বশ্মিগুচ্ছ চুম্বকের বিপরীত দিকে বিকর্ষিত হয় সেগুলি পজেটিভ তড়িৎধর্মসম্পন্ন। যে-বশ্মিগুচ্ছ চুম্বকের উপস্থিতি অগ্রাহ্য করিয়া সোজা সরল রেখায় নির্গত হইয়া যায় তাহা আলোক বশ্মিব সমগোত্রী। গ্রীক অক্ষর অমুঘায়ী রাদাবফোর্ড এই বশ্মি-গুলিব নাম দেন আল্ফা (α), বিটা (β), ও গামা (γ) বশ্মি।

আল্ফা রশ্মি (Alfa rays): আল্ফা বশ্মি পজেটিভ তড়িৎধর্মী পদার্থকণাব সমষ্টি। একপ একটি বশ্মিকণা সর্মে হিলিয়াম আয়নের ন্যায়। গুজনে এক একটি হিলিয়াম পবমাণু চারিটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সমান। স্রুতবাং এক একটি আল্ফা কণাব গুজনে 4, আল্ফা কণাব পজেটিভ চার্জের মাত্রা—দুই, এক আল্ফা কণাব গতি প্রতি সেকেন্ডে প্রায় চল্লিশ হাজার মাইল পথ গুহতে পাবে। আল্ফা কণার পক্ষে সাধারণ পাতলা পর্দা ভেদ কবাও সম্ভব নয়। নির্গত হওয়াব পব বায়ুতে কিছুদূর যাওয়া আল্ফা কণা তড়িৎধর্ম হারাওয়া মৌলিক পদার্থ হিলিয়ামের পরমাণুতে পরিণত হয়।

বিটা রশ্মি (Beta-rays): বিটা বশ্মি নেগেটিভ তড়িৎধর্মী। একপ একটি কণাব গুজনে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সমান ভাগ এবং ইহা এক ইলেকট্রন নেগেটিভ চার্জ বহন করে। লক্ষ্যার্থে বিটা বশ্মি ইলেকট্রন কণাব সমষ্টিমাত্র। তেজস্ক্রিয় বশ্মিব এই বিটা বশ্মি ইলেকট্রন কণাব গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে দুই হাজার হইতে



আল্ফা, বিটা ও গামা বশ্মি

একলক্ষ মাইল পর্যন্ত হইতে পারে। এই বিটা রশ্মি পাতলা ধাতু বা পাতলা অনায়াসে ভেদ করিতে পারে।

গামা রশ্মি (Gama rays) : গামা রশ্মি তড়িৎ-কণা নয়। ইহা সাধারণ আলোক-রশ্মির সমগোত্রী। বশ্মিব তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য রনট্জেন রশ্মির চেয়ে অনেক কম। ইহার গতিবেগ সাধারণ আলোকের দ্বায় প্রতি সেকেন্ডে 186,000 মাইল।

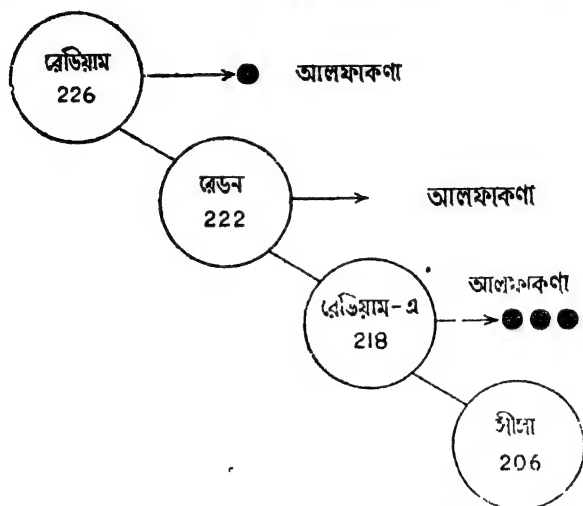
তেজস্ক্রিয় মৌল (Radio-active elements) : যে মৌল তেজো-রশ্মি বিকীর্ণ করিয়া অল্প মৌল বা আইসোটোপে রূপান্তরিত হয় তাহাকে তেজস্ক্রিয় মৌল বা রেডিও অ্যাকটিভ এলিমেন্ট বলা হয়। ইয়ুরেনিয়াম, বেডিয়াম, থোরিয়াম, পোলোনিয়াম ইত্যাদি এরূপ প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয় মৌল। এরূপ তেজস্ক্রিয় মৌল হিলিয়াম আয়নরূপে আলফা-কণা, ইলেকট্রনরূপে বিটা কণা এবং সূক্ষ্মতর আলোকরশ্মিরূপে গামা রশ্মি বিকীর্ণ করে। বর্তমানে কৃত্রিম উপায়ে অগাণু নিষ্ক্রিয় মৌলকেও তেজস্ক্রিয় মৌলে পরিণত করা যায়। একপ কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় মৌল হইতে পজিট্রন কণা নির্গত হইতে পারে।

তেজস্ক্রিয়া (Radio-activity) : যে পদ্ধতিতে ইয়ুরেনিয়াম, রেডিয়াম, থোরিয়াম ইত্যাদি মৌল অবিরাম স্বতঃস্ফূর্তভাবে ও সর্ব অবস্থায় অদৃশ্য তেজোরশ্মি বিকীর্ণ করে এবং যে তেজোরশ্মি হিলিয়াম আয়ন-রূপে আলফা-কণা, ইলেকট্রন-রূপে বিটা-কণা এবং সূক্ষ্মতর আলোক রশ্মিরূপে গামা-রশ্মির সমবায়ে গঠিত এবং যে রশ্মি নির্গমনের ফলে তেজস্ক্রিয় মৌল শেষ পর্যন্ত নিষ্ক্রিয় ওজনের অল্প মৌলে রূপান্তরিত হয় তাহাকে প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয়া বা রেডিও অ্যাকটিভিটি বলা হয়।

পরমাণু হইতে পরমাণু সৃষ্টি ?

ইয়ুরেনিয়াম, বেডিয়াম, থোরিয়াম, পোলোনিয়াম—ইহাবা প্রত্যেকেই এক একটি মৌলিক পদার্থ। মৌলিক পদার্থের অর্থ এই জানা ছিল যে, এই পদার্থগুলি এক এককম নিরোট, ঠাসা ও অবিভাজ্য সূক্ষ্মতম পদার্থকণা তথা পরমাণু দ্বারা তৈরী। কিন্তু আলফা কণাগুলি মৌলিক পদার্থ হিলিয়াম কণা। সুতরাং মৌলিক পদার্থ হিলিয়াম কি করিয়া অপব মৌলিক পদার্থ মাত্রা যায়, রেডিয়াম বা থোরিয়ামের ভিতর হইতে সৃষ্টি হয় ? মৌলিক পদার্থ কীভাবে গঠিত এবং অল্পসংখ্যক কোন একটি মৌলিক পদার্থ হইতে তাহা কীভাবে সৃষ্টি হয় ?

মৌলিক পদার্থ সৃষ্টি হওয়া সম্ভব নয়। তেজস্ক্রিয় পদার্থজাত আলফা কণা পবিচয় পাইয়া বিজ্ঞানীরা বিস্মিত হইয়া গেলেন। বেডিয়ামের পারমাণবিক ওজন 226; সুতরাং একটি রেডিয়াম পরমাণু হইতে যদি 4 ওজনের একটি হিলিয়াম পরমাণু কণা নির্গত হইয়া যায় তবে রেডিয়াম পরমাণু কণার ওজন কমিয়া হইবে $(226-4)=222$; বস্তুত দেখা যায় তেজস্ক্রিয় পদার্থ হইতে



বেডিয়াম পরমাণুর রূপান্তরে সীসার পরমাণু গঠন

গ্যাসীয় স্রোতের হ্রায় একবকম তেজস্ক্রিয় নিঃসার বা 'ইমানেশন' (emanation) নির্গত হয় এবং ইহা'র মধ্যে 222 ওজনের রেডন (Radon) নামে একটি মৌলিক পদার্থ পাওয়া যায়। আবণ্ড দেখা যায়, পব পব কয়েকটি আলফা কণা বিচ্ছবণের ফলে একটি পবমাণু শেষ পর্যন্ত 206 ওজনের নিষ্ক্রিয় বা স্বাভাবিক সীসার পরমাণুতে পরিণত হইয়া যায়।

তেজস্ক্রিয় রশ্মি ও তেজস্ক্রিয় নিঃসারের বিশ্লেষণ কবিয়া এবং তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ যে এরূপ অল্প কোন মৌলিক পদার্থে রূপান্তরিত হয় সেই প্রক্রিয়া দেখিয়া বিজ্ঞানী বাদারফোর্ড নিঃসন্দেহ হন যে মৌলিক পদার্থের পবমাণুগুলি আসলে একই রকম নিরোট, ঠাসা, অবিভাজ্য বা অখণ্ড কোন পদার্থকণা নয়। প্রতিটি মৌলিক পদার্থের পরমাণু বস্তুত নেগেটিভ বিদ্যুৎকণা ইলেকট্রন এবং পজিটিভ বিদ্যুৎকণা প্রোটিন দ্বারা গঠিত। যেমন, একটি হাইড্রোজেন পবমাণু একটি ইলেকট্রন ও একটি প্রোটিন কণা দ্বারা গঠিত। ইলেকট্রনের ওজন নগণ্য এবং প্রোটনের ওজন এক, সুতবাং একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ওজন—এক।

শুধু ইলেকট্রন ও প্রোটন কণা দ্বারা পবমাণুব কাঠামো রচিত—একপ সিদ্ধান্ত কবিলে হাইড্রোজেনের পববর্তী মৌলিক পদার্থ হিলিয়াম পরমাণুব গঠন-কল্পনায় এক নতুন অস্থবিধা দেখা দেয়। হিলিয়াম পরমাণুব পজেটিভ চার্জ 2 কিন্তু ওজন 4; দুইটি পজেটিভ চার্জ সবববাহ কবিত্তে পাবে দুইটি প্রোটন কণা এবং তাহাব জন্ত হিলিয়ামেব ওজন হইবে—দুই। তাহা হইলে বাকি 2 ভাগ পবিমাণ ওজনের কারণ কি? বিভিন্ন মৌলে এক্স রে (X-Ray) সম্প্রতিত করিয়া এবং প্রত্যাগত এক্স-বেব তবঙ্গ-দৈর্ঘ্য মাপিয়া বিভিন্ন মৌলের নিউক্লিয়াসে কত চার্জ আছে তা নির্ণয় কবিয়া বিজ্ঞানী মোস্লে (Moseley) দেখান যে, হাইড্রোজেন পরমাণুব বৈদ্যাতিক চার্জ 1, হিলিয়ামের 2, লিথিয়ামের 3, বোরনের 4 এবং এইভাবে পব পব প্রতিটি উচ্চতব ওজনের মৌলিক পদার্থের পবমাণুতে একটি একটি কবিয়া বৈদ্যাতিক চার্জের-সংখ্যা বাড়িয়া উচ্চতম ওজনের প্রাকৃতিক মৌলিক পদার্থ ইউবেনিয়ামেব পবমাণুতে চার্জ সংখ্যা দাঁড়ায় 92.

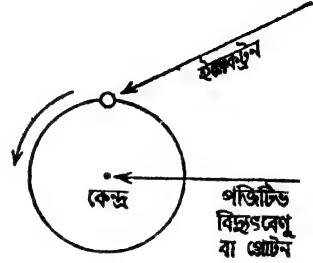
নিউট্রন (Neutron): বাদারফোর্ড পবমাণুব ওজনের এই সমস্তা দূর কবেন নিউট্রন নামেব তড়িদ্ধর্ম-নিবপেক্ষ একরকম পদার্থ কণাব কল্পনা করিয়া। তিনি বলেন, এই পদার্থকণা নিউট্রন ওজনে প্রোটন কণাব সমান কিন্তু ইহাব কোন তড়িদ্ধর্ম নাই। এই কাল্পনিক কণা নিউট্রনেব স্বার্থ অস্তিত্ব 1932 খ্রীষ্টাব্দে প্রমাণ কবেন বিজ্ঞানী সাদউইক (Chadwick)।

নিউট্রন-কল্পনাব পবে পবমাণুব গঠন বচনাব অস্থবিধা দূব হইয়া যায়। দেখা যায় যে, একটি হিলিয়াম পরমাণু দুইটি প্রোটন, দুইটি নিউট্রন এবং দুইটি ইলেকট্রন কণা দ্বারা গঠিত। দুইটি প্রোটনেব জন্ত হিলিয়ামেব চার্জ 2 এবং দুইটি প্রোটন ও দুইটি নিউট্রনেব জন্ত হিলিয়ামেব ওজন 4.

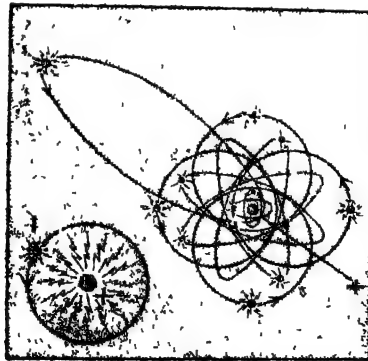
পরমাণুর সংগঠন (Atomic Structure)

ক্যাথোড বস্ত্র ও পজেটিভ রশ্মিব আবিষ্কার, লেনার্ডের গবেষণা, তেজস্ক্রিয় পদার্থের কপান্তবেব ঘটনাবলী এবং পবমাণুব নিউক্লিয়াসে চার্জ নিধাবণে মোস্লেব গবেষণা হইতে যে সমস্ত তথ্য পাওয়া যায় তাহাব উপবে ভিত্তি কবিয়া বিজ্ঞানী বাদারফোর্ড পরমাণুব সংগঠন সম্বন্ধে এক নতুন পরিকল্পনা রচনা কবেন। ইহা বিজ্ঞানে বাদারফোর্ডের পরমাণুর সংগঠন তত্ত্ব (Rutherford's theory of atomic structure) নামে খ্যাত। নানা সংশোধনেব পবে পারমাণবিক তত্ত্বের বর্তমান সংক্ষিপ্ত পবিচয় পব পৃষ্ঠায় বর্ণিত হইল।

মৌলিক পরমাণু মূলত ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন এবং পজিট্রন, মেসন, অ্যান্টিপ্রোটন ও ভি-কণা দ্বারা গঠিত। মূলত প্রোটন ও নিউট্রন দ্বারা পরমাণুর নিউক্লিয়াস গঠিত। এই নিউক্লিয়াসের মধ্যে পজিট্রন, অ্যান্টিপ্রোটন, মেসন ও ভি-কণাগুলি কিভাবে গঠিত থাকে তাহা এখনও অজ্ঞাত। একটি ইলেকট্রনের ওজন এক (1) 'ধবা' হইলে একটি প্রোটনের ওজন 1837 এবং একটি নিউট্রনের ওজন 1839, ইলেকট্রন এক মাত্রা নেগেটিভ চার্জ (e^-), এবং প্রোটন এক মাত্রা পজিটিভ চার্জ ($+$) বহন করে কিন্তু নিউট্রনের মধ্যে কোন চার্জ নাই এবং ইহা তাই তড়িৎ-ধর্মহীন। নিউক্লিয়াসের মধ্যে প্রোটন, নিউট্রন এবং অন্যান্য প্রাথমিক কণা অতি ক্ষুদ্র আয়তনের মধ্যে পিণ্ডাবদ্ধ হইয়া সংস্থিত থাকে। এই নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র কবিয়া ইলেকট্রনগুলি অবিবাম ঘূর্ণিতে থাকে। সৌর মণ্ডলে সূর্যকে কেন্দ্র কবিয়া ঘেঁরুপ ভাবে গ্রহগুলি ঘূর্ণিতে থাকে, পরমাণুর কাঠামোব মধ্যেও নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করিয়া ইলেকট্রনগুলি অল্পকপভাবে বিবর্তিত হইতে থাকে। সৌর



বান্দারফোর্ডের হাইড্রোজেন পরমাণুর পবিকল্পনা



বা-য হাইড্রোজেন ও ডাইনে সোডিয়াম পরমাণুর গঠন-কাঠামো

মণ্ডলের সমগ্র আয়তনের অধিকাংশ স্থানই ঘেঁরুপ শূন্যময়, পরমাণুর আয়তনের অধিকাংশ স্থানই সেরূপ শূন্যময়। নিউক্লিয়াসেব আয়তন পরমাণুর সমগ্র

আয়তনের একলক্ষ কোটি ভাগের এক ভাগ মাত্র। একটি 'ইলেকট্রনের আয়তন গড়ে একটি নিউক্লিয়াসের আয়তনের প্রায় সমান।

হাইড্রোজেন পরমাণুর সংগঠন সবচেয়ে সরল। 1.0078 ওজনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু নিউক্লিয়াসে একটি প্রোটন বর্তমান এবং ইহাকে ঘিরিয়া আলোকের গতিবেগের প্রায় কাছাকাছি গতিবেগে একটি ইলেকট্রন ঘূর্ণিত থাকে। প্রতি পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকে বলিয়া স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণু মধ্যে কোন তড়িৎ-ধর্মের প্রকাশ দেখা যায় না। পরমাণুর ওজন গঠিত হয় মূলত নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনের যুক্ত ওজন দ্বারা। ইলেকট্রনগুলি যে শক্তি বহন করে তাহার মাত্রার উপরে নিউক্লিয়াস হইতে ইহাদের বিবর্তনের কক্ষপথের দূরত্ব নির্ভর করে।

পজিট্রন ওজনে ইলেকট্রনের সমান কিন্তু ইহা একমাত্রা পজিটিভ চার্জ বহন করে। মেসন পজিটিভ বা নেগেটিভ চার্জ বহন করে এবং ওজনে ইলেকট্রনের প্রায় 200 গুণ ভারী। অ্যান্টিপ্রোটন ওজনে প্রোটনের সমান কিন্তু একমাত্রা নেগেটিভ চার্জ বহন করে। ভি-কণাগুলি ওজনে প্রোটনের চেয়ে কিছুটা ভারী এবং ইহারা পজিটিভ, নেগেটিভ ও প্রশম কণা হইতে পারে। ইহাই পরমাণুর সংগঠনের সাধারণ বিবরণ। নিচে অপেক্ষাকৃত বিস্তৃত বিবরণ দেওয়া হইল।

✓ ১. **পরমাণুর উপাদান:** মৌল-কণা (Fundamental or Primary particles): পরমাণু মূলত ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন কণা দ্বারা গঠিত। কিন্তু বর্তমানে পরমাণু নিউক্লিয়াসে বা কেন্দ্রধরে আবদ্ধ কয়েকটি কণার সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। ইহাদের নাম পজিট্রন, মেসন, ভি-কণা ও অ্যান্টিপ্রোটন। এরূপ কণাগুলি পরমাণুর তথ্য পদার্থের মূল উপাদান বলিয়া ইহাদের মৌল কণা বা প্রাথমিক কণা বলা হয়।

(1) **ইলেকট্রন (Electron):** ইলেকট্রনের ভর বা ওজন এক (1) এবং এক ইয়ুনিট নেগেটিভ তড়িৎ বা -1.601×10^{-19} কুলম্ব তড়িৎ বহন করে। ইহা ওজনে একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর $\frac{1}{1836.14}$ ভাগ। ওজনে কম হইলেও আয়তনে ইলেকট্রন প্রোটন ও নিউট্রন হইতে বড়। একটি ইলেকট্রনের ব্যাসার্ধের মাপ 10^{-12} cm., ইহা একটি স্থায়ী কণা। ইলেকট্রনের প্রতীক e^- ,

(ii) **প্রোটন (Proton):** একটি ইলেকট্রনের তুলনায় প্রোটনের ভর বা ওজন 1836.14 এবং এক ইয়ুনিট পজিটিভ চার্জ বা $+1.601 \times 10^{-19}$

কুলম্ব তড়িৎ বহন করে। ইহা ওজনে মোটামুটি একটি হাইড্রোজেন পরমাণুব সমান। ইহা একটি স্থায়ী প্রাথমিক কণা।

(iii) নিউট্রন (Neutron) : নিউট্রন তড়িৎ ধর্মহীন প্রাথমিক কণা। ওজনে ইহা প্রোটনের প্রায় সমান অর্থাৎ ইহার ভর বা ওজন 1839 , মোটামুটি ওজনে নিউট্রন = প্রোটন = হাইড্রোজেন পরমাণু , ইহার অর্ধায়ু 15 মিনিট।

পবমাণুর নিউক্লিয়াস বা কেন্দ্রখরের গঠন এখনও বহু অংশে অজ্ঞাত ও বহুস্তময় রহিয়াছে। পবমাণুব মধ্যে উল্লিখিত মৌল কণাগুলি ছাড়াও কয়েকটি নতুন কণাব সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। ইহাদের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা অত্মরূপ :

(iv) পজিট্রন (Positron) : ইহা ওজনে ইলেকট্রন কণার সমান কিন্তু পজিট্রন এক ইয়ুনিট পজিটিভ চার্জ (e^+) বহন করে। পজিট্রন প্রকৃতিতে স্থায়ী। একটি পজিট্রন ও একটি ইলেকট্রনের পাবস্পরিক বিক্রিয়ায় দুইটি আলোক কণা বা ফোটন (Photon) গঠিত হয়। পজিট্রনের প্রতীক— (e^+) , বিক্রিয়া : ইলেকট্রন (e^-) + পজিট্রন (e^+) \rightarrow 2 কণা ফোটন।

(v) মেসন (Meson) : মেসন তড়িৎ ধর্ম পজিটিভ বা নেগেটিভ হইতে পারে। ওজনে বিভিন্ন প্রকারের মেসন, যথা, 210 ও 275 ওজনেব পজিটিভ মেসন এবং 210 ও 275 ওজনের নেগেটিভ মেসন পাওয়া যায়। পজিটিভ মেসন স্বতঃস্ফূর্ত ভাবে পজিট্রনে এবং নেগেটিভ মেসন ইলেকট্রনে এবং দুইটি করিয়া নিউট্রনে রূপান্তরিত হয়। ইহারা অত্যন্ত ক্ষণস্থায়ী এবং ইহাদের অর্ধায়ু 2×10^{-6} সেকেন্ড ও 1×10^{-6} সেকেন্ড ,

(vi) ভি-কণা (V-Particles) : ভি-কণা পজিটিভ, নেগেটিভ বা তড়িৎ-নিরপেক্ষ হইতে পারে। পজিটিভ, নেগেটিভ ও প্রশম ভি-কণার ভর বা ওজন 2200 , ইহারা ক্ষণস্থায়ী মৌল কণা। নিরপেক্ষ ভি-কণার অর্ধায়ু পজিটিভ ও নেগেটিভ ভি-কণার অর্ধায়ুর দ্বি-গুণ।

ইলেকট্রন—1896, প্রোটন—1900, নিউট্রন—1932, পজিট্রন—1932, মেসন—1936 - 50 এবং ভি-কণা—1947 সালে আবিষ্কৃত হইয়াছে।

ওজনে ও চার্জে প্রোটনের সমান কিন্তু তড়িৎ-ধর্ম নেগেটিভ এরূপ এক রকম কণার সন্ধান পাওয়া গিয়াছে যাদের নাম দেওয়া হইয়াছে অ্যান্টিপ্রোটন (Anti-Proton)।

যে আলোক কণার কোন ভর বা ওজন নাই কিন্তু শক্তি আছে তাকে ফোটন (Photon) এবং যে পদার্থ কণার কোন ভর নাই তাকে নিউট্রন (Neutron) বলা হয়।

2. পরমাণুর গঠন (Formation of atom) : পরমাণুর দুইটি অংশ। বাইরের অংশের নাম (i) ইলেকট্রন মহল (Electron shell) এবং কেন্দ্রের অংশের নাম (ii) নিউক্লিয়াস (Nucleus)। সৌরমণ্ডলে সূর্যকে কেন্দ্র করিয়া গ্রহরাজী যেরূপ সূর্যের চারিদিকে অবিবাম ঘোরে বা বিবর্তিত হয় সেটরূপ নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করিয়া ইলেকট্রনগুলি অবিবাম নিউক্লিয়াসের চারিদিকে আবর্তিত হয়। সূর্য এবং গ্রহরাজী যেরূপ সৌরমণ্ডলের অতি সামান্য স্থান জুড়িয়া অবস্থিত থাকে এবং ইহার অধিকাংশ স্থানই যেরূপ শূন্যময় সেইরূপ নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনও পরমাণুর অতি সামান্য অংশ দখল করিয়া থাকে,—পবমাণুব অধিকাংশ স্থানই থাকে শূন্যময়। গোটা পবমাণু আকারে ক্ষুদ্র,—সমস্ত রকম পবমাণুর ব্যাস দুই হইতে পাঁচ আংগষ্ট্রমের (\AA) মধ্যে [$1\text{\AA} = 0.00000001 \text{ cm.}$ বা 10^{-8} cm.] তাই কোন এক ঘন ইঞ্চি পরিমাণ পদার্থে 10^{24} সংখ্যক পবমাণু পাওয়া যায়। হাইড্রোজেন পরমাণুর গঠন সবচেয়ে সরল। ইহার কেন্দ্রে থাকে একটি নিউক্লিয়াস এবং ইলেকট্রন মহলে একটি ইলেকট্রন।

(i) ইলেকট্রন মহল (Electronic Shell) : হাইড্রোজেন ব্যতীত সমস্ত পরমাণুব ইলেকট্রন মহলে একাধিক ইলেকট্রন বর্তমান। হাইড্রোজেন পবমাণুব ইলেকট্রনটি গড়ে প্রতি সেকেন্ডে $2.18 \times 10^8 \text{ cm.}$ অর্থাৎ আলোর গতিবেগের মাত্র এক শতাংশ কম বেগে নিউক্লিয়াসের চারিপাশে ঘোবে। ইলেকট্রন মহলে ইলেকট্রনগুলি পবপব উচ্চতর স্তরে বা কক্ষে অবস্থিত নয়,—ইলেকট্রনগুলি সাতটি স্তরে বা ইলেকট্রন খোলে (shell) অবস্থিত থাকে। কোন স্তরে কয়টি ইলেকট্রন অবস্থিত থাকিবে তাহাব সংখ্যাও নির্দিষ্ট। ইলেকট্রনগুলির কোন নির্দিষ্ট কক্ষপথ নাই, নিজেদের গতি-শক্তির উপরে নির্ভর করিয়া ইহারা কখনও নিউক্লিয়াসের কাছে, কখনও বা দূরের কক্ষ অবলম্বন করিয়া অবিবাম ঘুরিতে থাকে।

(ii) নিউক্লিয়াস (Nucleus) : মূলত প্রোটন ও নিউট্রন দ্বারা পরমাণুর নিউক্লিয়াস গঠিত। নিউক্লিয়াসে অসংখ্য মৌল কণাগুলি কিভাবে সংস্থিত রহিয়াছে তাহা এখনও অজ্ঞাত। নিউক্লিয়াসের গড় ব্যাসের পরিমাপ 10^{-13} cm. । নিউক্লিয়াসের ব্যাস পরমাণুব ব্যাসের দশ হাজার ভাগেব একভাগ মাত্র। আয়তনে নিউক্লিয়াস প্রায় একটি ইলেকট্রনের সমান অর্থাৎ গড় হিসাবে নিউক্লিয়াসের আয়তন পবমাণুর সমগ্র আয়তনের একলক্ষ কোটি ভাগের একভাগ মাত্র। তাই পবমাণুর অধিকাংশ স্থানই শূন্যময়। কিন্তু

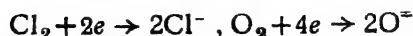
নিউক্লিয়াসেব এই অতি ক্ষুদ্র আয়তনের মধ্যেই পরমাণুর মূল পদার্থ সম্মিলিত থাকে। তাই নিউক্লিয়াসেব ঘনত্ব বিস্ময়করভাবে বেশি। গড়ে প্রতি ঘন সেন্টিমিটার (c.c.) নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব 10^{14} গ্রাম। তাই একটি ঘনফুট বাস্কে ঠাসাঠাসি করিয়া যদি প্রাচীনাম ভরা যায় তাহা হইলে সমগ্র প্রাচীনাম পরমাণুস্ব নিউক্লিয়াসেব আয়তন হইবে একটি আলপিনেব মুখের সমান মাত্র।

নিউক্লিয়াসের মধ্যে প্রোটন ও নিউট্রনগুলি একরূপ প্রচণ্ড শক্তিতে পরস্পরে আবদ্ধ থাকে যে কোন যান্ত্রিক বা বাসায়নিক শক্তি প্রয়োগ করিয়া নিউক্লিয়াস বিখণ্ডন বা প্রোটন ও নিউট্রন বিচ্ছিন্ন করা যায় না। যে শক্তিতে নিউক্লিয়াসেব মৌলকণাগুলি পরস্পরে পিণ্ডাবদ্ধ থাকে তাহাকে বলা হয় নিউক্লিয়াসেব বন্ধন শক্তি (Binding force)।

পরমাণুর তড়িৎ প্রশমতা : পরমাণু তড়িৎ-ধর্ম মূলত নেগেটিভ কণা ইলেকট্রন ও পজিটিভ কণা প্রোটন দ্বারা গঠিত হইলেও স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণুস্ব মধ্যে কোন তড়িতেব লক্ষণ থাকে না। কারণ, প্রতিটি পরমাণুস্ব ইলেকট্রন ও প্রোটন সমান সংখ্যায় বর্তমান থাকে বলিয়া প্রত্যেক পরমাণুতে পজিটিভ ও বিপবীতদমী নেগেটিভ চার্জ সমান পরিমাণে থাকে এবং সেজন্য পরমাণুতে তড়িৎ-সাম্য স্থাপিত হয়। তড়িৎ-সাম্যেব কয়েকটি উদাহরণ :

মৌল	ইলেকট্রন	প্রোটন
H	1	1
He	2	2
O	8	8
Ra	88	88
U	92	92

পরমাণুর আয়নে রূপান্তর (Atom to Ion) : কোন পরমাণু একটি বা একাধিক ইলেকট্রন বর্জন করিলে ইহার মধ্যে বর্জিত ইলেকট্রনেব সম সংখ্যায় পজিটিভ চার্জ উদ্ভূত হয় এবং পরমাণুটি একটি পজিটিভ আয়নে রূপান্তরিত হয়। পক্ষান্তরে কোন পরমাণু এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণ করিলে ইহাতে ইলেকট্রনেব সম-সংখ্যায় নেগেটিভ চার্জ উদ্ভূত হয় এবং পরমাণুটি একটি নেগেটিভ আয়নে পরিণত হয়। যথা



4. ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রনের ভূমিকা (Functions of electron, proton and neutron) : (i) ইলেকট্রন নিজের নেগেটিভ চার্জ দ্বারা সম মাত্রার প্রোটনের পজেটিভ চার্জকে প্রশমিত করিয়া পরমাণুকে প্রশম অবস্থায় রাখে। পরমাণুর সবচেয়ে বাইরের খোলে যে ইলেকট্রন থাকে তাহাব জন্তই বিভিন্ন পরমাণু পরস্পরে সংযুক্ত হইয়া অণু বা মলিকুল গঠন করিতে সক্ষম হয় অর্থাৎ বাইরের খোলে অবস্থিত ইলেকট্রন পরমাণুব যোজন-ক্ষমতা বা ভ্যালেন্সী সৃষ্টি কবে।

(ii) প্রোটন পরমাণুব তড়িৎ-সাম্য রক্ষা কবে। নিউক্লিয়াস গঠনের উপাদানরূপে কাজ কবে, পরমাণুব ওজনেব একাংশ সৃষ্টি কবে এবং নিউক্লিয়াসের প্রোটনেব সংখ্যা পরমাণুর মৌলিকত্ব নির্ণয় করে।

(iii) নিউট্রন পরমাণুব আংশিক ওজন সৃষ্টি কবে এবং নিউট্রন সংখ্যাব তারতম্যের জন্ত একই মৌলেব বিভিন্ন ওজনেব পরমাণু বা আইসোটোপ সৃষ্টি করিতে পাবে। তেজস্ক্রিয় পরমাণুব তেজস্ক্রিয়তাব জন্ত নিউট্রন অনেকাংশে দায়ী।

5. পরমাণুর মৌলিকত্ব (Character of an Atom) : পরমাণুব মৌলিকত্ব নির্ভব কবে নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটনেব সংখ্যার উপরে। ইলেকট্রনেব সংখ্যা হ্রাস বা বৃদ্ধি পাইলে পরমাণু আয়নে রূপান্তরিত হয় বটে কিন্তু আয়নের নিউক্লিয়াসের গঠন অপরিবর্তিত থাকে। নিউট্রনেব সংখ্যা হ্রাস বা বৃদ্ধির জন্ত কোন মৌলেব পরমাণুব ওজন কম বা বেশি হইতে পাবে অর্থাৎ একই মৌলের বিভিন্ন পারমাণবিক ওজন হইতে পাবে কিন্তু ইহাতে কোন মৌলেব পরমাণুব প্রোটন-সংখ্যার তারতম্য হয় না,—সর্বদা একই থাকে। হাইড্রোজেন পরমাণুব প্রোটন সংখ্যা 1, হিলিয়ামেব 2, লিথিয়ামের 3, বেরিলিয়ামের 4, বোবনেব 5, কাবনের 6, নাইট্রোজেনেব 7, অক্সিজেনের 8, ক্যালসিয়ামের 20, রেডিয়ামের 88, ইউরেনিয়ামেব 92 ইত্যাদি। আগে পারমাণবিক ওজন দ্বারা যে কোন পরমাণুব মৌলিকত্ব নির্ণয় করা হইত কিন্তু এখন দেখা যায় যে, একই মৌলের একাধিক পারমাণবিক ওজন হইতে পারে কিন্তু প্রতিটি মৌলেব পরমাণুতে প্রোটন-সংখ্যা নির্দিষ্ট বা স্থির থাকে। তাই পরমাণুর মৌলিকত্ব বা প্রকৃতি নির্ণয় করা হয় প্রোটন-সংখ্যা বা পজেটিভ চার্জের সংখ্যা দ্বারা।

পারমাণবিক সংখ্যা (Atomic Number) : যে কোন মৌলের একটি পরমাণুর মধ্যে যত সংখ্যক প্রোটন তথা পজেটিভ চার্জ থাকে

সেই সংখ্যাটিকে সেই মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বা অ্যাটমিক নাম্বার বলা হয়। হাইড্রোজেনের পারমাণবিক সংখ্যা এক 1, অক্সিজেনের 8, সোডিয়ামের (1) অ্যালুমিনিয়ামের (13) ক্লোরিনের 17, ইত্যাদি। বর্তমানে মৌলের মৌলিকত্ব নির্ণয় করা হয় এই পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা। কোন মৌলের পারমাণবিক ওজন হ্রাস বা বৃদ্ধি পাইলে সেই মৌলের মৌলিকত্ব পরিবর্তিত নাও হইতে পারে কিন্তু মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা পরিবর্তিত হইলে মৌলটি অবশ্যই অন্য মৌলে রূপান্তরিত হইবে। অর্থাৎ একই মৌলের একাধিক পারমাণবিক ওজন হইতে পারে কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা সব সময়ে স্থির বা একই থাকে। হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1, 2 বা 3 হইতে পারে কিন্তু ইহার পারমাণবিক সংখ্যা সব ক্ষেত্রেই হইবে 1; অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন 15, 16, 17, 18 এবং 19 হইতে পারে কিন্তু ইহার পারমাণবিক সংখ্যা সবদা হইবে 8 (আর্ট)।

পারমাণবিক ভর-সংখ্যা (Mass number of an Atom) : কোন মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যে কয়টি প্রোটন এবং নিউট্রন থাকে তাহাদের যুক্ত সংখ্যাকে সেই মৌলের ভর-সংখ্যা বা ন্যাস-নাম্বার বলা হয়।

আইসোটোপ (Isotope) বা সমস্থার

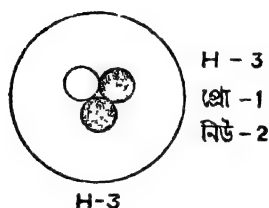
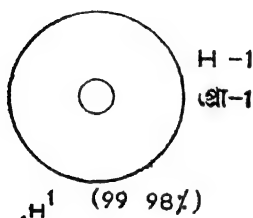
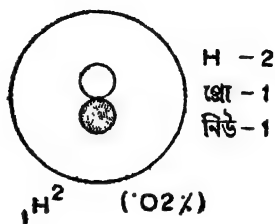
কোন মৌলের পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা স্থানিদিষ্ট (fixed), কিন্তু ইহার নিউট্রনের সংখ্যা বিভিন্ন হইতে পারে। ইহাতে মৌলিক পদার্থের মৌলিকত্বের কোন পরিবর্তন হয় না—শুধু পারমাণবিক ওজনের পার্থক্য ঘটে। হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন 1, 2 বা 3 (যথার্থ ওজন 1.0078, 2.0156, 3.0234) হইতে পারে কিন্তু সব কয়টি হাইড্রোজেন পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা হইবে এক। প্রাকৃতিক জলে 1 ওজনের হাইড্রোজেন (H) পাওয়া যায় 99.98% এবং 2 ওজনের H অর্থাৎ ডিউটেরিয়াম পাওয়া যায় .02% কিন্তু 3 ওজনের হাইড্রোজেন (H) অর্থাৎ ট্রাইটেরিয়াম প্রধানত কৃত্রিমভাবে তৈরী করা হয়। কার্বনের পারমাণবিক ওজন 10, 11, 12 এবং 13 হইতে পারে। এক্ষেপে সব পরমাণুতেই প্রোটনের সংখ্যা হইবে 6 কিন্তু বিভিন্ন ওজনের কার্বনে নিউট্রনের সংখ্যা যথাক্রমে 4, 5, 6 ও 7 হইবে। অক্সিজেনের পারমাণবিক

ওজন 15, 16, 17, 18 ও 19 হইতে পারে : কিন্তু সব ওজনের অক্সিজেন পৰমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা হইবে 8, শুধু নিউট্রনের সংখ্যা অক্সিজেন পৰমাণুতে 7, 8, 9, 10 বা 11 হইতে পারে ।

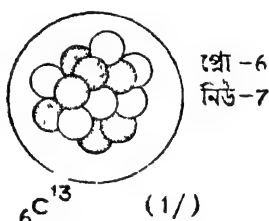
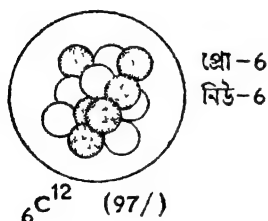
হাইড্রোজেন = H

প্রোটন = ○

নিউট্রন = ●



হাইড্রোজেনের তিনটি আইসোটোপ বা সমন্বয়



কার্বনের দুইটি আইসোটোপ বা সমন্বয়

আইসোটোপ (Isotope) : একই মৌলের একাধিক পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যদি একই সংখ্যক প্রোটন কিন্তু বিভিন্ন সংখ্যক নিউট্রন থাকে তাহা হইলে পরমাণুগুলির ওজন বিভিন্ন হয় এবং সেইরূপ পরমাণুগুলিকে সেই মৌলের আইসোটোপ বলা হয়। পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউট্রনের সংখ্যার বিভিন্নতার জগু একই মৌলের বিভিন্ন আইসোটোপ গঠিত হয়। ওজনে পৃথক হইলেও ইহা বা একই মৌল এবং মৌলিক পদার্থের তালিকায় তথা 'পিরিয়ডিক টেবিলে' এরূপ বিভিন্ন ওজনের পরমাণুগুলি

একই ঘবে অবস্থান করে। তাই ইহাদেব বলা হয় সমঘর। ['আইসো' অর্থ সম এবং 'টোপস' অর্থ স্থান বা ঘর।] এখন কৃত্রিমভাবে নিউট্রনের সংখ্যা বাড়াইয়া বা কমাইয়া বিভিন্ন মৌলিক পদার্থেব বহু নূতন নূতন কৃত্রিম আইসোটোপ তৈরী কবা সম্ভব হইয়াছে।

আইসোটোপের কয়েকটি নমুনা

মৌলেব নাম	একাধিক পারমাণবিক ওজন	প্রোটন সংখ্যা বা আণ্টমিক নাম্বার	নিউট্রন সংখ্যা (At wt - At No.)
হিলিয়াম	3, 4, 6,	2	1, 2, 4
নাইট্রোজেন	13, 14, 15, 16	7	6, 7, 8, 9
অ্যালুমিনিয়াম	26, 27, 28, 29	13	13, 14, 15, 16
ক্লোরিন	33, 34, 35, 36, 37, 38	17	16, 17, 18, 19, 20, 21
ক্যালসিয়াম	39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49	20	19, 20, 21, 22 23, 24, 25 26, 28, 29

পারমাণবিক ওজন ভগ্নাংশিক কেন ? (Why at. wt. fractional) :
যেহেতু হাইড্রোজেনেব ওজন 1 এবিলে পরমাণুেব ওজন = প্রোটন + নিউট্রন এবং
যেহেতু প্রোটনেব ওজন = নিউট্রনেব ওজন = 1, সেই হেতু প্রতিটি মৌলিক
পদার্থেব পারমাণবিক ওজন একটি পূর্ণ-সংখ্যা হওয়া উচিত। কিন্তু দেখা যায়,
ক্লোরিনেব পারমাণবিক ওজন 35.5, জিংকেব ওজন 65.38 এবং কপাবেব
63.54, ইহাব কাবণ, এই মৌলিক পদার্থগুলিব পারমাণবিক ওজন বস্তুত
বিভিন্ন আইসোটোপেব বিভিন্ন অনুপাতে প্রাপ্ত পারমাণবিক ওজনেব গড়
হিসাব। ক্লোরিনেব বিভিন্ন আইসোটোপেব ওজন 33, 34, 35, 36, 37
ও 38, জিংকেব 61, 66, 68, 69 এবং 70, এবং কপাবেব 63 এবং 65,
প্রকৃতিতে এই সমস্ত আইসোটোপ পাওয়া যায় বিভিন্ন পরিমাণে। তাই,
ইহাদেব গড় হিসাবেব পারমাণবিক ওজন হয় ভগ্নাংশ। পরমাণুেব ওজন প্রোটন
ও নিউট্রনেব যুক্ত ওজনরূপে গঠিত বলিয়া প্রতি মৌলেব আইসোটোপেব

ওজন এক একটি পূর্ণসংখ্যা নির্দেশ করে। অর্থাৎ, আইসোটোপেব ওজন কখনও ভগ্নাংশ হয় না।

মৌলিক পদার্থের মৌলিকত্ব (Characteristics of Elements) :
ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন আবিষ্কারের এবং পরমাণুর নতুন গঠনতত্ত্ব স্বীকৃতিব পরে মৌলিক পদার্থকে আর মৌল বলা যায় না। কারণ, ডালটনের বহুনা অণুধারী মৌলিক পদার্থেব পবমাণু এখন আব একটি অথও পদার্থ নয়। বস্তুত, ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন—অর্থাৎ, এই প্রাথমিক কণাগুলিই (fundamental particles) যথার্থ মৌলিক পদার্থ। কিন্তু মৌলিক পদার্থের পরমাণুগুলিকে এখন আব অথও ও অবিভাজ্য পদার্থকণা বলা না গেলেও সমস্ত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় মৌলিক পদার্থের পরমাণুর নিউক্লিয়াস তথা প্রোটন ও নিউট্রন সমেত সমগ্র পিণ্ডটি এক একটি অথও ও অবিভাজ্য পদার্থকণার মতই ব্যবহার করে। পবমাণুব নিউক্লিয়াসের প্রোটন বা নিউট্রন কণা আলাদাভাবে বাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোন অংশ গ্রহণ কবে না। তাই, বাসায়নিক ক্রিয়া-বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এপনও মৌলিক পদার্থগুলিকে ব্যবহারিক অর্থে মৌলিক পদার্থ ই বলা হয়।

পরমাণুর সংগঠন এবং ডালটনের পরমাণুবাদ ও স্থিরানুপাত সূত্র :
পরমাণু যে ইলেকট্রন, প্রোটন ও নিউট্রন কণা দ্বাৰা গঠিত সেকথা জানাব পবে ডালটনের পবমাণুবাদ অনুযায়ী একথা আর বলা যায় না যে পবমাণু অথও ও অবিভাজ্য কণা। পাবমাণবিক ওজন মোলেব মূল প্রকৃতি নির্দেশ কবে,—ডালটনেব এই মতও আব অদ্রাস্ত নয়। আইসোটোপেব গঠন অনুযায়ী 14 পারমাণবিক ওজন দ্বারা কার্বন ও নাইট্রোজেন অথবা 16 পারমাণবিক ওজন দ্বাৰা নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন মোলেব পাবমাণবিক ওজন নির্দেশ কবিত্তে পাবে। পাবমাণবিক ওজন বিভিন্ন হইলেও পাবমাণবিক সংখ্যা একই মোলেব প্রতিটি আইসোটোপেব ক্ষেত্রে একই থাকে বলিয়া পাবমাণবিক ওজন নয়,—পাবমাণবিক সংখ্যাই মোলেব নির্ভুল প্রকৃতি নির্দেশ কবে। তাই, আইসোটোপ গঠিত হয় বলিয়া একই মোলেব বিভিন্ন পরমাণু ভৌত-ধৰ্মে বিভিন্ন হইতে পাবে কিন্তু মূলত একই থাকে।

স্থিরানুপাত সূত্র অনুযায়ী একই যৌগ সর্বদা একই রকম মৌল দ্বারা গঠিত হইলেও মৌলগুলিব পাবম্পবিক অনুপাত এক নাও হইতে পাবে।

স্বাভাবিক জলে (H_2O) $H : O = 1 : 8$

ভারী জলে (H_2O) $H : O = 2 : 8$

[2 পাবমাণবিক ওজনের হাইড্রোজেনকে ডয়ট্রিয়াম (D) বলা হয়।]

কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) $C : O = 12 : 32$

কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) $C : O = 14 : 36$

(আইসোটোপ সংযোগে)

[পাঃ ওজনঃ $H=1, 2$, $C=12, 14$, $O=16, 18$]

পরমাণুর রূপান্তর (Transmutation of atom)

পারদের পরমাণুতে প্রোটন আছে ৪০টি। সোনাৰ পরমাণুতে প্রোটনের সংখ্যা ৭৯ এবং প্লাটিনাম পরমাণুৰ প্রোটন-সংখ্যা ৭৮, সুতরাং পারদ পরমাণুর নিউক্লিয়াস হইতে যদি একটি প্রোটন জুড়িয়া লওয়া যায় অথবা প্লাটিনাম পরমাণুৰ নিউক্লিয়াসে যদি একটি প্রোটন জুড়িয়া দেওয়া যায় তবে পারদ ও প্লাটিনামকে সোনাৰ পবিণত করা সম্ভব হইবে। যথা :



কিছু পরমাণুৰ নিউক্লিয়াস হইতে প্রোটন ছিন্ন করা বা নিউক্লিয়াসে প্রোটন জুড়িয়া দেওয়া এক দুষ্কর কাজ। কারণ, নিউক্লিয়াসেব প্রোটন ও নিউট্রন কণাগুলি প্রচণ্ড শক্তিতে পবম্পবে পিণ্ডাবদ্ধ থাকে। কোন রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পরমাণুৰ পিণ্ড হইতে প্রোটন বা নিউট্রন ছিন্ন বা যুক্ত করা সম্ভব নহে। কিন্তু বিশেষ ধবনে তৈরী বৈদ্যুতিক কণা-বিচ্ছুরণকারী যন্ত্রে প্রোটন বা আলফা কণা প্রতি সেকেন্ডে এক লক্ষ মাইলের বেশি গতিবেগসম্পন্ন করিয়া সেই কণা পরমাণুর নিউক্লিয়াস পিণ্ডে জুড়িয়া পরমাণুর নিউক্লিয়াসে প্রোটন-সংখ্যা কমানো বা বাড়ানো সম্ভব। এইরূপ কণা-বিচ্ছুরণকারী যন্ত্রের নাম সাইক্লোট্রন, বিভাট্রন, কসমোট্রন (Cyclotron, Bivatron, Cosmotron) ইত্যাদি। এরূপ যন্ত্রের সহায়তায় একদকম মৌলিক পদার্থকে আরেক রকম মৌলিক পদার্থে রূপান্তরিত করা যায়। কিন্তু এরূপভাবে কৃত্রিম মৌলিক পদার্থ নিৰ্মাণ অত্যন্ত ব্যয়সাধ্য। এরূপ যন্ত্রেব সাহায্যে কৃত্রিম তেজস্ক্রিয় পদার্থও তৈরী করা যায়। ইয়ুরেনিয়াম, থোরিয়াম, রেডিয়াম,

পোলোনিয়াম—একটি কৃত্রিম প্রাকৃতিক মৌলিক পদার্থ বিশেষভাবে তেজস্ক্রিয়। কিন্তু এখন কৃত্রিমভাবে সমস্ত মৌলিক পদার্থকেই তেজস্ক্রিয় (radio-active) পদার্থে পরিণত করা যায়।

কৃত্রিম মৌল (Artificial element) : সবচেয়ে ভাবী প্রাকৃতিক মৌলিক পদার্থ ইউরেনিয়ামেব পরমাণুতে প্রোটন আছে 92 ; ইউরেনিয়ামেব পরমাণুতে কৃত্রিমভাবে আবণ্ড কয়েকটি প্রোটন জুড়িয়া দিয়া বর্তমানে কয়েকটি কৃত্রিম মৌলিক পদার্থ তৈরী করা সম্ভব হইয়াছে। যথা :

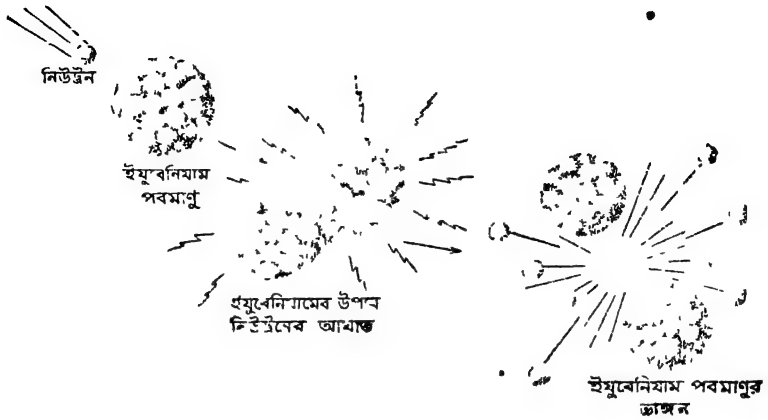
কৃত্রিম মৌলিক পদার্থের নাম	প্রোটন-সংখ্যা
নেপচুনিয়াম (Neptunium)	$92 + 1 = 93$
প্লুটোনিয়াম (Plutonium)	$92 + 2 = 94$
আমেবিসিয়াম (Americium)	$92 + 3 = 95$
কিউবিয়াম (Curium)	$92 + 4 = 96$
বার্কেলিয়াম (Berkelium)	$92 + 5 = 97$
ক্যালিফোর্নিয়াম (Californium)	$92 + 6 = 98$
আইনস্টাইনিয়াম (Einsteinium)	$92 + 7 = 99$
ফার্মিয়াম (Fermium)	$92 + 8 = 100$
মেন্ডেলিভিয়াম (Mendelevium)	$92 + 9 = 101$
নবেলিয়াম (Nobelium)	$92 + 10 = 102$

একমাত্র প্লুটোনিয়াম ছাড়া অন্যান্য কৃত্রিম মৌলিক পদার্থগুলি অতি খরস্কণ মাত্র স্থায়ী থাকে। ইহা বা অল্প সময়ের মধ্যেই অল্প স্থায়ী মৌলিক পদার্থে পরিণত হইয়া যায়। একমাত্র প্লুটোনিয়াম অনেকদিন পর্যন্ত স্থায়ী থাকে বলিয়া ইহাকে পাব্যায়নিক শক্তি উৎপাদনের এক প্রধান জ্বালানী রূপে ব্যবহার করা হয়।

পারমাণবিক শক্তি (Atomic Energy)

পরমাণুর গবেষণা মানব-সভ্যতাকে আজ নতুন অরম্যাত্রার পথে অগ্রসর করিয়া দিয়াছে। পরমাণু হইতে যে শক্তি অর্জন করা যায় তাহাতে যেমন চরম বিধ্বংসী পরমাণু বোমা ও হাইড্রোজেন বোমা তৈরী করা যায় সেইরূপ পরমাণুর শক্তিকে রচনাত্মক কাজেও ব্যবহার করা সম্ভব। পরমাণুর শক্তি ব্যবহার করিয়া বিদ্যাদাগার নির্মাণ, জাহাজ ও সাবমেরিন চালনা এবং নানারকম গুপ্ত ইত্যাদি তৈরী করা সম্ভব

হইয়াছে। এখন শিল্প ও স্বাস্থ্যের নানা প্রগতিব কাজে পারমাণবিক শক্তি ব্যবহার করা হয়।

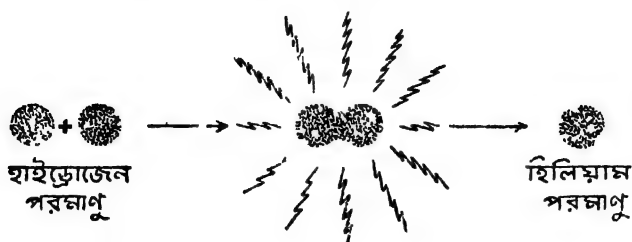


ইউরেনিয়াম পবমাণুর বিভাজন (fission)

পরমাণু বোমা (Atom bomb) : ভারী মৌলিক পদার্থ ইউরেনিয়ামের ২৩৫ পারমাণবিক ওজনবিশিষ্ট আইসোটোপকে যদি নিউট্রন কণা দ্বারা আঘাত করা যায় তবে ইউরেনিয়াম পরমাণু ছুই ভাগে ভাঙিয়া যায় এবং তার ফলে সম্পূর্ণ ভিন্ন ধরনের ছুইটি মৌলিক পদার্থের পবমাণু সৃষ্টি হয়। নিউট্রনের আঘাতে ইউরেনিয়াম পবমাণু একশ ভাঙিয়া বা বিভাজনের সময় স্বল্প পরিমাণ পদার্থ সাধারণ তাপের চেয়ে ২১ লক্ষ গুণ বেশী তাপ-শক্তি সৃষ্টি করে। এই তাপশক্তিই পারমাণবিক শক্তি। এই শক্তি ব্যবহার করিয়াই পবমাণু বোমা তৈরী করা হয়।

হাইড্রোজেন বোমা (Hydrogen bomb) : হাইড্রোজেন পরমাণু সবচেয়ে হালকা। ছুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুকে গলাইয়া জোড়া দিয়া যদি হাইড্রোজেনের পরবর্তী ওজনের হিলিয়াম পবমাণু তৈরী করা যায় তবে এরূপভাবে হিলিয়াম গঠনের সময় স্বল্প পদার্থ শক্তিতে রূপান্তরিত হইয়া প্রচণ্ড তাপ-শক্তি সৃষ্টি করে। এরূপভাবে হিলিয়াম গঠনের জন্য ২ ওজনের হাইড্রোজেন আইসোটোপ ডিউটেরিয়াম এবং ১ ওজনের আইসোটোপ ট্রাইটিয়াম ($H-2$, $H-3$) ব্যবহার করা হয়। কিন্তু হাইড্রোজেন পবমাণু সংযুক্ত করিয়া হিলিয়াম পরমাণু গঠনের জন্য কমপক্ষে দশ কোটি ডিগ্রী সেন্টিগ্রেড তাপাংক প্রয়োজন। কিন্তু মাত্র ৬০০০°C তাপাংকে পৃথিবীর যে-কোন পদার্থ বাষ্পে পরিণত হইয়া যায়। হাইড্রোজেন সুপের মধ্য পরমাণু বোমা বিদীর্ণ করিয়া মুহূর্তের জন্য ১০০,০০০,০০০°C তাপাংক সৃষ্টি করিয়া হাইড্রোজেন

পরমাণু গলাইবা হিলিয়ামে পরিণত করা সম্ভব। এরূপ প্রক্রিয়ার প্রচণ্ড তাপ শক্তি সৃষ্টি হয় এবং এইভাবেই তৈরী করা হয় হাইড্রোজেন বোমা।



হাইড্রোজেন পরমাণুব সংযোজনে হিলিয়াম গঠন [fusion]

পারমাণবিক শক্তি প্রধানত তাপ-শক্তি। এক গ্রাম কয়লা হঠাৎ যে-তাপশক্তি পাওয়া যায়, এক গ্রাম ইউরেনিয়াম বা প্লুটোনিয়াম হঠাৎ তার চেয়ে ২৫ লক্ষ গুণ বেশি তাপ-শক্তি পাওয়া যায়। সাধারণত তাপশক্তি সৃষ্টি হয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার কিন্তু পারমাণবিক শক্তি সৃষ্টি হয় পরমাণুর রূপান্তর প্রক্রিয়ায়।

যে-যন্ত্রে পরমাণুকে রূপান্তরিত করিয়া তাপ-শক্তি সৃষ্টি করা হয় তাহাকে বলা হয় রি-অ্যাক্টর (Reactor) বা পারমাণবিক চুল্লী বা পারমাণবিক উদ্যান। ভাবতেব ট্রেনে শহরে টাটা গবেষণাগারে এরূপ পাবমাণবিক চুল্লী স্থাপিত হইয়াছে। ভারতের পারমাণবিক শক্তি হঠাৎ ক্যান্সার বোগের চিকিৎসাব জন্ত আইসোটোপ রূপে তেজস্ক্রিয় ঔষধ এবং অস্ত্র গবেষণা ও শিল্প কাজের জন্ত তেজস্ক্রিয় পদার্থ এবং বিদ্যুৎ তৈরী করার উদ্যোগ চলিতেছে।

পরমাণুব তাপ-শক্তি বা পরমাণুর আণুনের সঙ্গে কয়লার তাপ-শক্তি তথা সাধারণ আণুনের কোন তুলনাই হয় না। পাবমাণবিক তাপ-শক্তি বা আণুনের তেজ সাধারণ তাপ-শক্তি বা আণুনের চেয়ে প্রায় ২৫ লক্ষ গুণ বেশি ক্ষমতালালী। ইউরেনিয়াম ভাঙনের ফলে যে তাপ-শক্তি সৃষ্টি হয় তাহা নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব। কিন্তু হাইড্রোজেন গলাইয়া যে তাপ-শক্তি সৃষ্টি হয় তাহা দ্বারা শুধু বোমাই তৈরী করা যায়। এখনও হাইড্রোজেন বিগলনের তাপ-শক্তি নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয় নাই। এই শক্তি নিয়ন্ত্রণের জন্ত গবেষণা চলিতেছে। তাই, রচনাস্বক কাজের জন্ত এখন শুধু ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ও প্লুটোনিয়াম পরমাণু ভাঙিয়া পাবমাণবিক শক্তি উৎপাদন করা সম্ভব। পারমাণবিক চুল্লীতে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ তৈরী করা যায়। এই তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ গুরুত্বপূর্ণ রূপে কৃষিকার্ষে ও শিল্পে ব্যবহার করা হয়।

যেদিন প্রথম আণ্ডন আবিষ্কৃত হয় সেইদিন মানব-সভ্যতার স্বৰূপাত হয়। লোহার আবিষ্কারের সঙ্গে সঙ্গে এই মানব-সভ্যতার দেখা দেয় এক নতুন প্রগতি। ঐষ্টীয়-ইঞ্জিন আবিষ্কারের ফলে রচনা হয় যান্ত্রিক-সভ্যতার। পরমাণুর আণ্ডন আজ মানব-সভ্যতার সামনে এক অপূর্ব সম্ভাবনার আমন্ত্রণ আনিয়াছে। পরমাণু শক্তির মধ্যে ধ্বংসের চেয়ে সৃষ্টির সম্ভাবনা অনেক বেশি। এই পারমাণবিক শক্তির অবদানে আগামী দিনে মানব-সভ্যতার যে কী অদৃষ্টপূর্ব প্রগতি দেখা দিবে সে কথা ভাবিতেও আজ এক নতুন আশা ও উদ্বীপনার মন স্বপ্নময় হবে ওঠে।

Questions to be discussed

1. Give simple idea about Electron, Proton and Neutron, How many electrons and protons are there in an atom of carbon and oxygen ?

2. Explain in a simple way the structure of an atom ? What are the functions of electron, proton and neutron in the formation of atom ?

3. What is atomic number ? How does atomic weight differ from atomic number ? Why elements are still called elements although their atoms are no longer indivisible ?

4. What will happen to an atom of oxygen if an electron or a proton or a neutron is added to it ? Can an element be changed to other element ?

5. What is radio-activity ? What are the composition of radio-active rays ? What is isotope ? What happens if 2 neutrons are added to an atom of hydrogen ? Can oxygen have more than one atomic weight ? Why the atomic weight of chlorine is not a whole number ?

6. What is atomic energy ? How is it produced ?

7. Write a short para on each of the following :

(a) Structure of an atom, (b) Electro-valency and covalency,

[II S. Exam. 1960]

8. Write short notes on protons, electrons and neutrons. Give the electronic explanation of the formation of the molecules of sodium fluoride and fluorine. Mention the type of valency exhibited in each case. [Atomic number, Na=11, F=19]

[H. S. Exam. 1961]

9. An atom of an element contains 11 protons and 12 neutrons in its nucleus. What is its (a) atomic weight; (b) atomic number? How many electrons does the atom contain and how are these electrons arranged in the atom?

Show how this atom may combine chemically with an atom of fluorine (At no=2) [H S Exam. (comp) 1962]

10. What is radio-activity? How has Dalton's conception about atoms been modified by the discovery of this phenomenon?

Give a brief account of your idea about the structure of atoms.

[H. S. Exam. 1963]

11. Write short notes on —

(a) Protons, electrons and neutrons.

(b) Radio-activity

(c) Isotopes.

[H. S. Exam. 1964]

11. Define briefly the modern idea about the structure of atom and explain 'oxidation and reduction' in terms of electrons, illustrating your answer with four examples.

[H. S. Exam 1965]



পৰমাণুর ইলেকট্রন মহল (Electronic structure of atom)

যে-কোন পৰমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত থাকে একটি নিউক্লিয়াস (nucleus) বা কেন্দ্রধন এবং এই অতি ক্ষুদ্রাকৃতি নিউক্লিয়াসেব চারিপাশে অবস্থিত থাকে অপেক্ষাকৃত বৃহদাকৃতি ইলেকট্রন মহল তথা ইলেকট্রন শেল (shell)। নিউক্লিয়াসে পজ্জিতি চার্জবাহী যে কয়টি প্রোটন থাকে, ইলেকট্রন মহলেও ঠিক সেইরূপ একই সংখ্যক নেগেটিভ চার্জবাহী ইলেকট্রন থাকে। ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা-সমতাব জগৎ স্বাভাবিক অবস্থায় যে-কোন পৰমাণু তড়িদ্রবর্মে নিবপেক্ষ।

ইলেকট্রন মহলেব আকৃতি মোটামুটি বৃত্তাকাব। ইলেকট্রনগুলি বৃত্তাকাব কক্ষে সর্বদা নিউক্লিয়াসেব চারিদিকে ঘোবে। কিন্তু ইলেকট্রন মহলেব ইলেকট্রন-গুলি একটি অথবা প্রতিটি ইলেকট্রনেব জগৎ স্বতন্ত্রস্তবে এক একটি কক্ষে অবস্থিত নহে। ইয়ুর্বানদ্রামেব পারমাণবিক সংখ্যা 92 ; সুতরাং ইহাব ইলেকট্রন মহলে 92টি ইলেকট্রন বর্তমান। এই 92টি ইলেকট্রন এক একটি কবিয়া 92টি স্বতন্ত্র স্তবেব কক্ষে অবস্থিত নয়। এই ইলেকট্রনগুলি কক্ষ সাতটি স্তবে অবস্থিত থাকিতে পাবে এবং এক একটি স্তবে অবস্থান কবিত পাবে একাধিক ইলেকট্রন। কোন স্তবেব কক্ষে কয়টি ইলেকট্রন অবস্থান কবিত পাবে তাহাব সর্বোচ্চ সংখ্যা নির্দিষ্ট। এই ইলেকট্রনগুলি যে গতিশক্তি বহন কবে সেই শক্তি অনুযায়ী নিউক্লিয়াস হইতে বিভিন্ন দূরত্বে অবস্থান কবে। তাই ইলেকট্রন অবস্থানেব কক্ষকে শক্তি-স্তরও (Energy level) বলা হয়। সাধাবণভাবে বিভিন্ন স্তরেব ইলেকট্রন কক্ষগুলিকে ইলেকট্রন খোল বা ইলেকট্রন



ইলেকট্রন মহলেব মেঘাবরণ রূপ

শেল (Electron Shell) বলা হয়। সর্বা ঘূর্ণায়মান ইলেকট্রন মহলেব কটো গ্রহণ কবা সম্ভব হইলে ইহা দেখিতে চক্রায়িত হইবে, মেঘাবরণেব আয়।

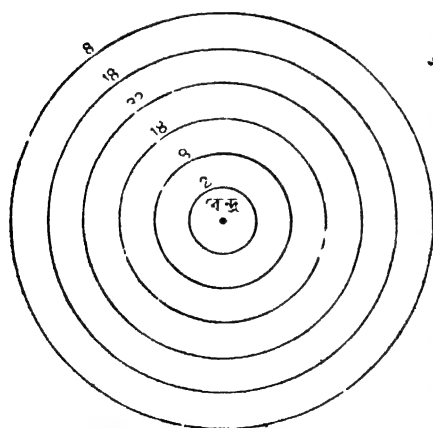
পরমাণুব ইলেকট্রন মহলেব ইলেকট্রন খোল বা শেলগুলিকে স্বাধিক্রমে K, L, M, N, O, P, Q অথবা সংখ্যাভূষায়ী 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 রূপে নামাংকিত কৰা হইয়াছে। কোন খোলে সর্বোচ্চ সংখ্যায় কয়টি ইলেকট্রন অবস্থান করিতে পারে তাহাব আসন সংখ্যা নির্দিষ্ট। বিভিন্ন খোলে বা শেলে সর্বোচ্চ সংখ্যায় কয়টি ইলেকট্রন অবস্থান করিতে পারে তাহাব একটি সাধাবণ সংকেতে নির্দেশ করা যায়। কোন এক শক্তি-স্তর বা ইলেকট্রন খোলের ক্রমিক সংখ্যা যদি সাধারণ ভাবে ধবা হয় n তাহা হইলে এক একটি ইলেকট্রন খোলে সংখ্যা হইবে $=2n^2$

খোল	খোলেব সংখ্যা বা শক্তি-স্তর (n)	ইলেকট্রনেব সর্বোচ্চ সংখ্যা $=2n^2$
K	1	$2 \times 1^2 = 2$
L	2	$2 \times 2^2 = 8$
M	3	$2 \times 3^2 = 18$
N	4	$2 \times 4^2 = 32$

ইলেকট্রন মহলেব একরূপ গঠন-তত্ত্ব প্রথম কল্পনা কবেন প্রখ্যাত ডেনিশ বিজ্ঞানী নীলস বোর (Niels-Bohr), পরমাণুব ইলেকট্রন মহলে গঠন-প্রকৃতির বিশ্লেষণ নিম্নরূপ।

ইলেকট্রন খোল বা শেলের গঠন (Structure of electron shell)

প্রথমত, যে-কোন পরমাণুব সবচেয়ে বাইবেব খোলে যে কয়টি ইলেকট্রন



রেডন পরমাণুব ইলেকট্রন খোল

অবস্থান করিতে পারে তাব
• সর্বোচ্চ সংখ্যা—৪, কিন্তু
একমাত্র হাইড্রোজেন ও
হিলিয়াম পরমাণুব বাইবেব
খোলে ইলেকট্রনেব সর্বোচ্চ
আসন সংখ্যা ২.

দ্বিতীয়ত, হিলিয়াম (He),
নিয়ন (Ne), আর্গন (Ar),
ক্রিপটন (Kr), জিনন (Xe)
এবং রেডন (Rn)—এই ছয়টি
নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের (Inert

element) প্রতিটি ক্ষেত্রে প্রতি খোলে বা শেলে নির্দিষ্ট সর্বোচ্চ সংখ্যায় ইলেকট্রন অবস্থিত থাকে। তাই ইহাদের প্রতিটি পবমাণুর ক্ষেত্রে সবচেয়ে বাইরের খোলে ইলেকট্রনের সংখ্যা থাকে—৪. একমাত্র হিলিয়ামের ক্ষেত্রে ইলেকট্রন সংখ্যা—২.

নিষ্ক্রিয় পদার্থের ইলেকট্রন খোল

মৌলের প্রতীক	মোট ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন খোল					
		K	L	M	N	O	P
He	2	2					
Ne	10	2	8				
A	18	2	8	8			
Kr	36	2	8	18	8		
Xe	54	2	8	18	18	8	
Rn	86	2	8	18	32	18	8

তৃতীয়ত, ছয়টি নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের পবমাণু ব্যতীত অল্প যে কোন মৌলিক পদার্থের পবমাণুর সবচেয়ে বাইরের খোলে কখনও ৪টি ইলেকট্রন থাকে না,—থাকে আটটির কম। যথা :

মৌলের পবমাণুর প্রতীক	সবচেয়ে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা
C	... 4
N	... 5
O	... 6
Na	... 1
Al	... 3
Ca	... 2
Br	... 7
Pb	... 4
U	... 2

চতুর্থত, নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের সবচেয়ে বাইরের খোলে সর্বদা ৪টি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ থাকে বলিয়া এরূপ নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রনিক কাঠামো (Electronic configuration) অত্যন্ত স্থিতি (stable)। [হিলিয়ামের ক্ষেত্রে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা ২।] এইরূপ স্থিতির কারণে জন্ম নিষ্ক্রিয় মৌলের কোন যোজ্যতা (valency) নাই, সুতরাং ইহাদের কোন যোগও নাই।

পঞ্চমত, অল্প সমস্ত মৌলিক পদার্থের পরমাণুর মধ্যে নিষ্ক্রিয় মৌলের পারমাণবিক কাঠামোর হায় স্থিতি অর্জনের আগ্রহ বা প্রবণতা দেখা যায়। যে-কোন পরমাণুর পক্ষে স্থিতি (stability) অর্জনের জন্য সবচেয়ে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা ৪ হওয়া প্রয়োজন। বাইরের খোলে অবস্থিত ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া অথবা অন্য কোন পরমাণুর বাইরের খোল হইতে অতিবিক্ত ইলেকট্রন গ্রহণ কবিয়া কোন পরমাণুর পক্ষে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা ৪টিতে পূর্ণ কবিয়া নিষ্ক্রিয় মৌলের ইলেকট্রন মহলের আকার (configuration) লাভে স্থিতি অর্জন করা সম্ভব।

পরমাণুর আয়নে রূপান্তর (Changing of atom to ion): সোডিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা ১১, সুতরাং মোট ইলেকট্রন সংখ্যা ১১, এই ইলেকট্রন $2+8+1$ —এইভাবে তিনটি খোলে অবস্থিত। সুতরাং বাইরের খোলের ইলেকট্রন (e) সংখ্যা—১, এই ইলেকট্রনটি বর্জন কবিলে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা দাঁড়ায় ৪ এবং মোট ইলেকট্রন সংখ্যা দাঁড়ায় ১০ নিষ্ক্রিয় মৌল নিয়নের বাইরের খোলেও ইলেকট্রন (e) সংখ্যা ৪ এবং মোট ইলেকট্রন সংখ্যা ১০, সুতরাং একটি ইলেকট্রন (e) বর্জন কবিয়া সোডিয়াম পরমাণু নিয়ন পরমাণুর ইলেকট্রন মহলের আকার ধারণ করে।

একটি ইলেকট্রন (e) বর্জনের ফলে সোডিয়াম পরমাণুর নিউক্লিয়াসের একটি পজেটিভ চার্জ উদ্ভূত হইয়া তড়িৎ-রূপে আত্মপ্রকাশ করে এবং পরমাণু পজেটিভ আয়নে পরিণত হয়। ইলেকট্রন (e) গ্রহণের ফলে একটি পরমাণুর কাঠামো নেগেটিভ চার্জ উদ্ভূত হয় ও ইহাতে নেগেটিভ তড়িৎের লক্ষণ প্রকাশ পায় এবং পরমাণুর নেগেটিভ আয়নে পরিণত হয়। গৃহীত বা বর্জিত ইলেকট্রনের সংখ্যা অনুযায়ী আয়নের নেগেটিভ বা পজেটিভ চার্জের সংখ্যা নির্ধারিত হয়। এরূপ ইলেকট্রন বর্জন বা গ্রহণের ফলে বিভিন্ন পরমাণু আয়নে পরিণত হইয়া নিকটবর্তী নিষ্ক্রিয় মৌলের পরমাণুর ইলেকট্রন মহলের আকার ধারণ করে। তাই আয়ন পরমাণু হতে অধিকতর স্থিতি।

ধরা : পরমাণু	আয়ন	নিষ্ক্রিয় পরমাণুর আকার
$\text{Na} - e \longrightarrow$	Na^+	Ne (নিয়ন)
ইলেকট্রন	ইলেকট্রন	ইলেকট্রন —
সংখ্যা = $2+8+1$	সংখ্যা = $2+8$	সংখ্যা = $2+8$
$\text{Al} - 3e \longrightarrow$	Al^{+++}	
ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	এ
= $2+8+3$	= $2+8$	
$\text{Ca} - 2e \longrightarrow$	Ca^{++}	Ar (আবগন)
ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
= $2+8+8+2$	= $2+8+8$	= $2+8+8$
$\text{Cl} + e \longrightarrow$	Cl^-	
ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	এ
= $2+8+7$	= $2+8+8$	
$\text{Cl} - 7e \longrightarrow$	$\text{Cl}^{+++++++}$	Ne (নিয়ন)
ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
= $2+8+7$	= $2+8$	= $2+8$
$\text{I} + e \longrightarrow$	I^-	Xe (জিনন)
ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা	ইলেকট্রন সংখ্যা
= $2+8+18+18+7$	= $2+8+18+18$	= $2+8+18$
	+8	+18+8

যোজ্যতার ইলেকট্রনীয় তত্ত্ব

(Electronic theory of Valency)

বাইবেব ইলেকট্রন খোলে আটটি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করিয়া নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থেব পবমাণুব ত্রায় স্থিতিবতা। অর্জনেব জ্ঞাত অজ্ঞ সমস্ত পবমাণুব মধ্যে সর্বদা একটি আগ্রহ দেখা যায়। বাইরের খোলে আটটি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করিয়া নিষ্ক্রিয় মৌলিক পদার্থের ত্রায় স্থিতিবতা অর্জন করার এই আগ্রহই মৌলিক পদার্থের যোজ্যতা এবং যোগ গঠনের কারণ। বাইবেব খোলে আটটি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করাব এই আগ্রহ বিভিন্ন অনিষ্ক্রিয় মৌল পরমাণু পূর্ণ করে মূলত দুই ভাবে :

(i) বাইরের খোলে অবস্থিত ইলেকট্রন বর্জন বা গ্রহণ করিয়া অথবা,

(ii) যুগ্মভাবে একই ইলেকট্রন জোড় (pair) যোজকরূপে ব্যবহার করিয়া।

প্রথম ক্ষেত্রে কোন পরমাণু যে কয়টি ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন কবে সেই সংখ্যা দ্বারা সেই পরমাণুব যোজ্যতা নির্ধারিত হয়। উপরেব উদাহরণেব ক্ষেত্রে সোডিয়ামেব যোজ্যতা 1, ক্লোরিনেব 1, ক্যালসিয়ামেব 2 এবং অ্যালুমিনিয়ামেব যোজ্যতা 3.

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বাইরেব খোলে ইলেকট্রনেব সংখ্যা আটটিতে পূর্ণ কবাব জন্ত কোন মোলের পরমাণু যে কয়টি ইলেকট্রন জোড় (pair) ব্যবহার করে সেই সংখ্যা দ্বাবাই পরমাণুব যোজ্যতা নির্ধারিত হয়।

ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনেব প্রণালীতে মৌলিক পদার্থেব যোজ্যতা নির্ণয় এবং যৌগ গঠনেব পদ্ধতিব সর্বপ্রথম কল্পনা করেন বিজ্ঞানী কোসেল (Kossel—1916)। হাইড্রোজেন বা অক্সিজেন অণুব ভাষ একই মোলের একাধিক পরমাণুব সম্মেলনে অণু গঠনেব পদ্ধতি কোসেলেব ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনেব প্রণালীতে ব্যাখ্যা করা যায় না। প্রায় একই সময়ে সমধর্মী পরমাণুব সমধারে গঠিত অণুব গঠন পদ্ধতি ব্যাখ্যা করেন বিজ্ঞানী লিঘুইস (Lewis), কোসেলেব যোজন পদ্ধতিকে বলা হয় তড়িৎ-যোজ্যতা বা ইলেকট্রো-ভ্যালেন্সী এবং লিঘুইসেব পদ্ধতিকে বলা হয় সম-যোজ্যতা বা কো-ভ্যালেন্সী।

তড়িৎ-যোজ্যতা ও তড়িৎ-যোজ্য যৌগ

(Electro-valency and Electro-valent Compound)

তড়িৎ-যোজ্যতা (Electro-valency): ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জন করিয়া বাইরের খোলে আটটি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করিবার পদ্ধতিতে নিষ্ক্রিয় মোলের পরমাণুব আয় স্থিতিরতা অর্জনেব প্রয়াসে কোন কোন পরমাণু পজেটিভ বা নেগেটিভ চার্জবাহী আয়নে পরিণত হয়। এরূপ বিপরীত তড়িৎধর্মী আয়নগুলি পারস্পরিক স্থির-তড়িৎাকর্ষণে (Electro-static attraction) যে ভাবে যৌগ গঠন করে, সেই পদ্ধতিকে বলা হয় তড়িৎ-যোজ্যতা এবং গঠিত যৌগকে বলা হয় তড়িৎ-যোজ্য বা আয়নীয় বা হিট্রো পোলার যৌগ (Electro-valent, Ionic or Hetero polar compound)।

এরূপ ক্ষেত্রে ইলেকট্রন গ্রহণ বা বর্জনের ফলে যে যোজ্যতা প্রকাশ পায় তাহাকে বলা হয় তড়িৎ-যোজ্যতা অথবা ইলেকট্রো বা হিট্রো পোলার ভ্যালেন্সী (Ionic valency or Electro valency or Hetero-polar valency)। তড়িৎ-যোজী যৌগে পরমাণুর পারস্পরিক বন্ধনভঙ্গীকে বলা হয় তড়িৎ-যোজী বা আয়নীয় বা পোলার বণ্ড বা যোজক (Electro-valent bond, Ionic bond or hetero polar bond)।

তড়িৎ-যোজী যৌগ গঠনে গৃহীত বা বর্জিত ইলেকট্রনের সংখ্যা দ্বারা পরমাণুর যোজ্যতা নির্ধারিত করা হয়।

তড়িৎ-যোজ্যতার উদাহরণ

(1) সোডিয়াম পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা = $2 + 8 + 1 = 11$,

বাইবেব খোলে ইলেকট্রন = 1

ক্লোরিন পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা = $2 + 8 + 7 = 17$,

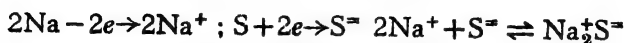
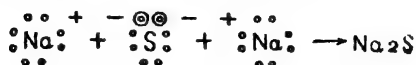
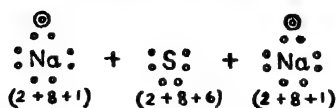
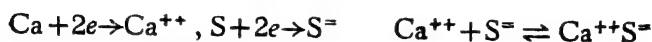
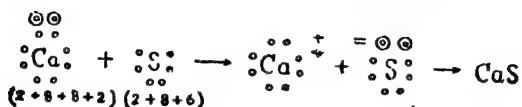
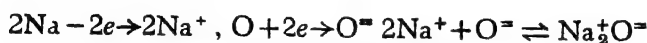
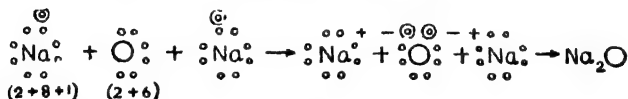
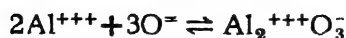
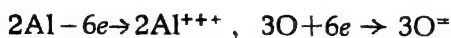
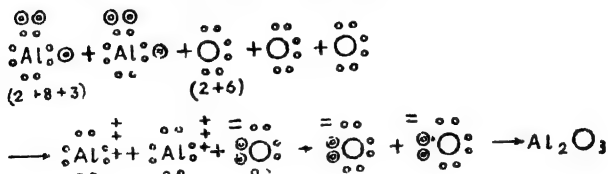
বাইরেব খোলে ইলেকট্রন = 7

সোডিয়াম পরমাণুর একটি ইলেকট্রন বর্জন এবং ক্লোরিন পরমাণু সেই একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করিলে উভয়েব বাইবেব খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা দাঁড়ায়—8.

ইলেকট্রন বর্জন করাব ফলে সোডিয়াম পরমাণুর কাঠামোতে পজেটিভ ও নেগেটিভ চার্জেব সাম্য ব্যাহত হয়। একটি ইলেকট্রন (e) বর্জনের ফলে একটি নেগেটিভ চার্জ হ্রাস পায় এবং সোডিয়াম পরমাণুর মধ্যে একটি পজেটিভ চার্জ উদ্ভূত হয়। ইহার ফলে সোডিয়াম পরমাণু এক মাত্রা পজেটিভ চার্জবাহী সোডিয়াম আয়নে (Na^+) পরিণত হয়। যথা : $\text{Na} - e \rightarrow \text{Na}^+$

সোডিয়াম পরমাণু যে ইলেকট্রনটি বর্জন কবে ক্লোরিন পরমাণু সেই ইলেকট্রনটি (e) গ্রহণ করায় ক্লোরিন পরমাণুর মধ্যে একটি নেগেটিভ চার্জ উদ্ভূত হয় এবং ইহার ফলে ক্লোরিন পরমাণু একটি নেগেটিভ চার্জবাহী ক্লোরিন আয়নে (Cl^-) পরিণত হয়। যথা : $\text{Cl} + e \rightarrow \text{Cl}^-$

সোডিয়াম ও ক্লোরিন পরমাণুর আয়নে পবিণত হওয়ার পবে পজেটিভ সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও নেগেটিভ ক্লোরিন আয়ন (Cl^-) পরস্পরের স্থিত-তড়িতাকর্ষণে (Electro-static attraction) সংযুক্ত হইয়া নিবপেক্ষ সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) যৌগে পরিণত হয়। যথা :

(iv) Na_2S (সোডিয়াম সালফাইড) Na_2S যৌগের তড়িৎ-যোজী গঠন(v) CaS (ক্যালসিয়াম সালফাইড) CaS যৌগের তড়িৎ-যোজী গঠন(vi) Na_2O (সোডিয়াম ফ্লোবাইড) Na_2O যৌগের তড়িৎ-যোজী গঠন(vii) Al_2O_3 (আলুমিনিয়াম অক্সাইড) Al_2O_3 যৌগের তড়িৎ-যোজী গঠন

তড়িৎবিভ্রম্য যৌগগুলি (Electrolytes) প্রধানত তড়িৎ-যোজ্যতা অনুযায়ী গঠিত। ইহারা জলে দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় আয়ন গঠন করে। ইহারা সাধারণ জৈবিক তবলে (বেজিন) দ্রবীভূত হয় না।

সমযোজ্যতা ও সমযোজী যৌগ (Co-valency and Co-valent Compound)

সম-যোজ্যতা (Co-valency) : কোন কোন যৌগ গঠনের ক্ষেত্রে সংযোগী পরমাণুগুলি দুইটি ইলেকট্রন দ্বারা গঠিত এক বা একাধিক ইলেকট্রন জোড়কে পরস্পরে একই যোজকরূপে (bond) সমভাবে ব্যবহার করিয়া বাইরের খোলে আটটি ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ করিয়া যৌগ গঠন করে। এরূপ এক বা একাধিক জোড় (pair) ইলেকট্রন (:) সমভাবে যোজকরূপে (bond) ব্যবহার করিয়া যৌগ গঠনের পদ্ধতিকে বলা হয় সম-যোজ্যতা বা কো-ভ্যালেন্সী এবং এরূপ যৌগকে বলা হয় সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট যৌগ (Co-valent or Homo-polar compound)।

একমাত্র হাইড্রোজেন পরমাণুব ক্ষেত্রে বাইরের খোলে ইলেকট্রন সংখ্যা পূর্ণ হয় দুইটি ইলেকট্রন দ্বারা। এরূপ ইলেকট্রন জোড়ের একটি ইলেকট্রন দান করে একটি হাইড্রোজেন পরমাণু এবং দ্বিতীয়টি দান করে অপব হাইড্রোজেন পরমাণু।

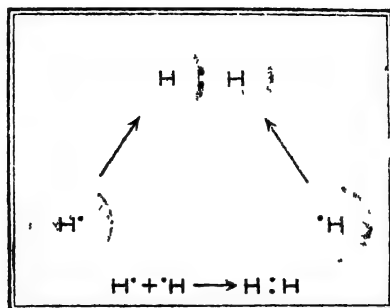
সমযোজী যৌগের ক্ষেত্রে পরমাণুর যোজ্যতা নির্ধারিত হয় ইলেকট্রন জোড়ের সংখ্যা দ্বারা। যে পরমাণু এক জোড় ইলেকট্রন ব্যবহার কবে তাহার যোজ্যতা এক, দুই জোড় ইলেকট্রন ব্যবহার করিলে তাহার যোজ্যতা দুই, তিন জোড় ব্যবহারে তিন ইত্যাদি।

ইলেকট্রন জোড়ের যোজন বা বন্ধন-ভঙ্গীকে বলা হয় সমযোজী যোজক বা কো-ভ্যালেন্ট বণ্ড (Co-valent or homo-polar bond)। হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ক্লোরিন, ক্লোরিন ইত্যাদি অথাতু জাতীয় মোলের অণুগুলি (H_2 , O_2 , Cl_2) এবং সাধারণত জৈবিক পদার্থের যৌগগুলি সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট যৌগ।

সমযোজী মোলের অণু গঠনের (Elementary molecule) কয়েকটি উদাহরণ :

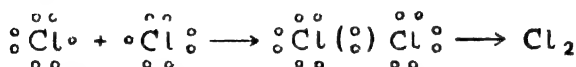
(1) হাইড্রোজেনের পরমাণুব বাইরের খোলে থাকে একটি ইলেকট্রন, আরেকটি পরমাণু হইলেই বাইরের খোলে দুইটি সংখ্যা পূর্ণ হয়। তাই, দুইটি

হাইড্রোজেন পরস্পরের ইলেকট্রন সমভাবে ব্যবহার করিয়া হাইড্রোজেন



হাইড্রোজেন অণু গঠন, হাইড্রোজেনের যোজ্যতা—1

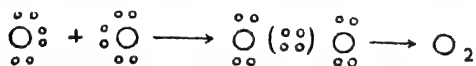
অণু (H_2) গঠন করে। ক্লোরিন (Cl_2) পবমাণুও অনুরূপভাবে (Cl_2) অণু গঠন করে। যথা :



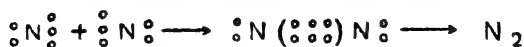
ক্লোরিন-অণু গঠন, ক্লোরিনের যোজ্যতা—1

ক্লোরিন (F_2), ব্রোমিন (Br_2) ও আয়োডিন (I_2) অণুগুলিও এইভাবে গঠিত হয়।

(ii) একাধিক ইলেকট্রন জোড় তথা যোজক ব্যবহারে যৌগ গঠন :

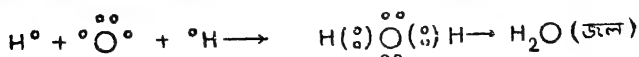


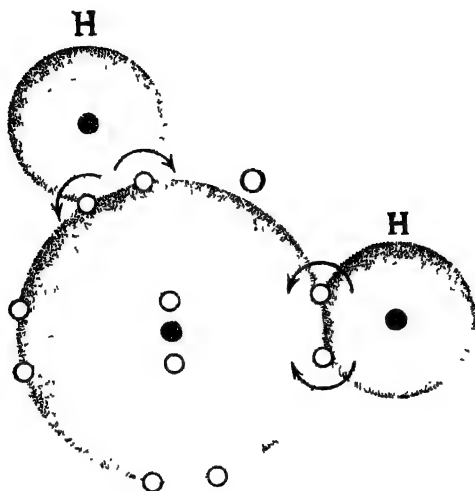
অক্সিজেন অণু গঠন ; অক্সিজেনের যোজ্যতা—2



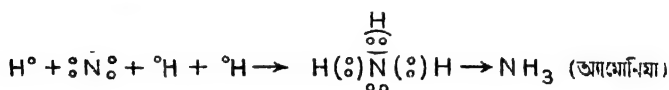
নাইট্রোজেন অণু গঠন, নাইট্রোজেনের যোজ্যতা—3

(iii) যৌগ অণু গঠন (Compound molecule) :

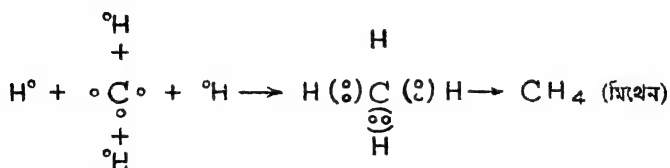




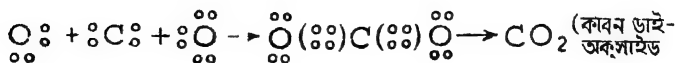
জল-অণু গঠন, যোজ্যতা : H-এব 1, O-এব 2



আমোনিয়া অণু গঠন, যোজ্যতা : H-এব 1, N-এব 3

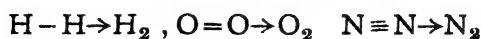


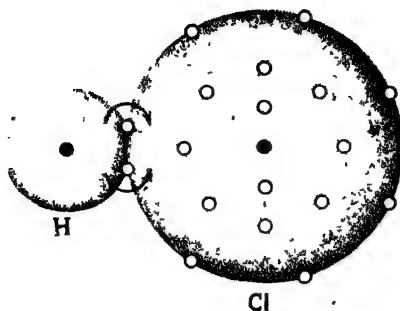
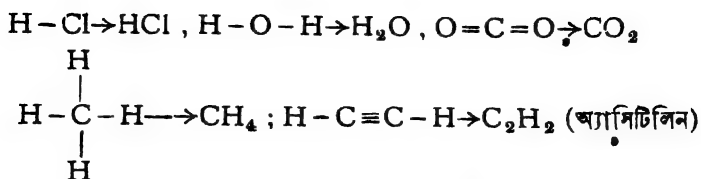
মিথেন অণু গঠন, যোজ্যতা : H-এব 1, C-এব 4



কার্বন-ডাই-অক্সাইড অণু গঠন, যোজ্যতা : O-এব 2, C-এব 4

যদি ইলেকট্রন জোড়ের (:) প্রতীকটি কপে একটি বেখা (—) ব্যবহার করা হয় তাহা হইলে সমযোজী অণুর গঠনের পদ্ধতি লেখা যায় এইভাবে :



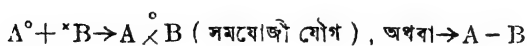


হাইড্রোজেন ক্লোরাইড (HCl) যৌগ

ইলেকট্রো পক্ষেটিভ বা ধাতব পবমাণুগুলি নিষ্ক্রিয় মৌলের আকৃতি লাভ করিয়া স্থিতিবতা অর্জনের প্রয়াসে ইলেকট্রন বর্জন করে। পক্ষান্তরে ইলেকট্রো-নেগেটিভ বা অধাতব মৌলগুলি অনুরূপ স্থিতিবতা অর্জনের জন্য ইলেকট্রন গ্রহণ করে। সুতরাং সাধাবশত নেগেটিভধর্মী পরমাণুবা পবম্পবের মধ্যে ইলেকট্রন জোড় ব্যবহার করিয়া সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট যৌগ গঠন করে।

অসম যোজ্যতা (Co-ordinate valency)

সমযোজী যৌগে ইলেকট্রন জোড়ের একটি ইলেকট্রন একটি পরমাণু এবং অপর ইলেকট্রন দ্বিতীয় পরমাণু দান করে। যথা :



এরূপ AB যৌগে A এবং B একটি করিয়া ইলেকট্রন দান করে। A-এব ইলেকট্রনের চিহ্ন (°) এবং B-এর চিহ্ন (x),

অনেক যৌগ, বিশেষ কবিধা মূলক বা ব্যাডিক্যালে সংযোগে গঠিত যৌগগুলি সমযোজী যৌগের দ্বাং ইলেকট্রন জোড়ের বন্ধনে গঠিত হইতে দেখা যায় বটে কিন্তু এরূপ বিশেষ ধরনের যৌগে ইলেকট্রন জোড়ের দুইটি ইলেকট্রনই একটিমাত্র

পরমাণু দান করে। এরূপ যোজ্যতাকে বলা হয় অসম যোজ্যতা বা কো-অর্ডিনেট ভ্যালেন্সী।

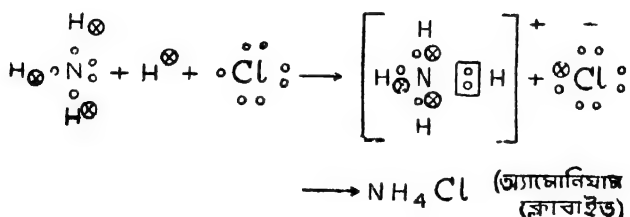
অসম যোজ্যতা বা কো-অর্ডিনেট ভ্যালেন্সী (Co-ordinate valency): যোগ গঠনের সময় যে ইলেকট্রন জোড় যোজকের কাজ করে সেই ইলেকট্রন দুইটি যদি একটি মাত্র পরমাণু দান করে এবং অপর পরমাণু বা আয়ন নিজে কোন ইলেকট্রন দান না করিয়া শুধু যদি অপরের ইলেকট্রনদ্বয় যোজক রূপে ব্যবহার করে তবে সেই যোজনপদ্ধতিকে বলা হয় অসম যোজ্যতা বা কো-অর্ডিনেট ভ্যালেন্সী।

মনে কর, AB একটি অসম যোজী বা কো-অর্ডিনেট যোগ। এরূপ যোগে যোজকের ইলেকট্রন জোড়ের দুটি ইলেকট্রনই একটি মাত্র পরমাণু হইতে পাওয়া যাবে। যথা:

$A+B=A:B$ (অসম যোজী); অথবা $A \rightarrow B$ বা $A^+ - B^-$ এরূপ AB যোগেব যোজকের দুইটি ইলেকট্রনই A পরমাণু দান করে। অসম যোজকের প্রতীক চিহ্ন \rightarrow এবং এরূপ যোগে যে পরমাণু হইতে দুইটি ইলেকট্রন পাওয়া যায় তাব মধ্যে পজেক্টভ তড়িৎধর্ম এবং যে পরমাণু ইলেকট্রন জোড়টিকে বাবহাব করে তার মধ্যে নেগেটিভ তড়িৎধর্ম প্রকাশ পায়।

কয়েকটি উদাহরণ:

(1) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড গঠন:



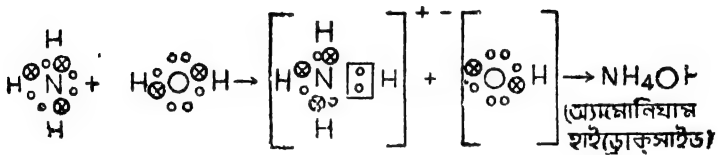
অ্যামোনিয়াম মূলক (NH_4) গঠনে অ্যামোনিয়ার নাইট্রোজেন পরমাণু একাই এক জোড় ইলেকট্রন (electron pair) দান করে এবং হাইড্রোজেন আয়ন এই ইলেকট্রন জোড় গ্রহণ বা বাবহার করে। ইহার ফলে অ্যামোনিয়াম মূলক (NH_4) গঠিত হয়। এই অ্যামোনিয়াম মূলকে (NH_4^+) পজেক্টভ তড়িৎধর্ম প্রকাশ পায় এবং ইহা নেগেটিভ তড়িৎধর্মী ক্লোরাইড

আমনের (Cl^-) সঙ্গে স্থির-ভিত্তিকর্ষণে (electrostatic force) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড যৌগ গঠন করে। সাংকেতিক চিহ্নে ইহা লেখা যায় :



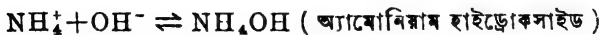
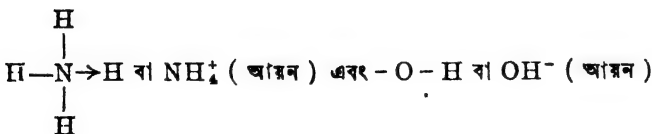
অতবাং দেখা যায় অ্যামোনিয়াম মূলক গঠিত হয় অসম যোজ্যতার ভিত্তিতে কিন্তু অ্যামোনিয়াম আয়ন ও ক্লোরাইড আয়নের সংযোগ ভিত্তিৎ যোজ্যতার ভিত্তিতে গঠিত হয় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড যৌগ।

(ii) অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড গঠন :



অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড অণু গঠন

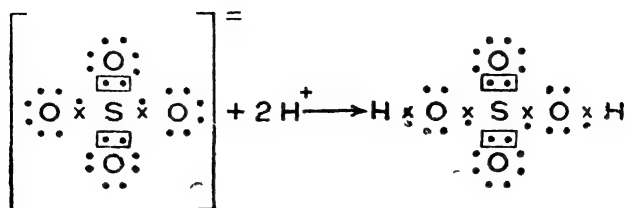
অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড যৌগে অ্যামোনিয়া যৌগের দুইটি ইলেকট্রন নাইট্রোজেন দান করে এবং হাইড্রোজেন তাহা গ্রহণ কবিয়া অ্যামোনিয়াম মূলক (NH_4^+) গঠন করে। অ্যামোনিয়াম আয়ন (NH_4^+) অসম যোজ্য যৌগ এবং ইহা হাইড্রক্সিল মূলকেব (OH^-) সঙ্গে ভিত্তিৎ-যোজ্যতা অনুযায়ী অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড যৌগ (NH_4OH) গঠন কবে। সংকেত চিহ্ন অনুযায়ী :



(iii) সালফিউরিক অ্যাসিড গঠন :

সালফিউরিক অ্যাসিডে দুইটি অক্সিজেন পরমাণু সালফারের (S^{++}) সঙ্গে অসম যোজ্যতার বন্ধনে গঠিত হইয়া সালফেট আয়ন (SO_4^{--}) গঠন করে। এই সালফেট আয়ন দুইটি হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) সঙ্গে যুক্ত হইয়া সালফিউরিক

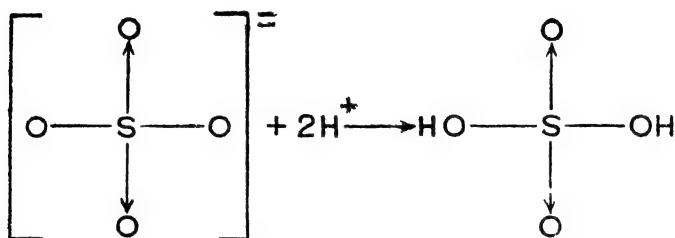
অ্যাসিড (H_2SO_4), অথবা ছুইট সোডিয়াম আয়নব (Na^+) সঙ্গে যুক্ত হইয়া সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4) যৌগ গঠন করে। যথা :



সালফেট আয়ন

সালফিউরিক অ্যাসিড

সংকেত চিহ্ন অস্থায়ী [অসম যোজ্যতা \rightarrow ; সম যোজ্যতা $-$]



সালফেট আয়ন

সালফিউরিক অ্যাসিড

বিভিন্ন যৌগের আয়ন গঠনের ক্ষমতা

[Electrolytes and non-electrolytes]

বিভিন্ন যৌগ গঠিত হয় তড়িৎ-যোজ্যতা, সমযোজ্যতা বা অসমযোজ্যতার অর্থাৎ ইলেকট্রো-ভ্যালেন্সী, কো-ভ্যালেন্সী বা কো-অর্ডিনেট ভ্যালেন্সী অস্থায়ী। ইহার মধ্যে তড়িৎ-যোজ্যতা অস্থায়ী গঠিত যৌগ অর্থাৎ ইলেকট্রো-ভ্যালেন্ট যৌগ জলীয় দ্রবণে বা বিগলিত অবস্থায় বিশ্লিষ্ট হইয়া আয়ন গঠন করিতে পারে। যথা : $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$, $CaS \rightleftharpoons Ca^{++} + S^{--}$

নিম্নরূপ যৌগও আয়ন গঠন করিতে পারে। যথা :



HCl , H_2O ইত্যাদি কয়েকটি বিশিষ্ট যৌগ ব্যতীত অগ্রাগ্র সম-যোজী অর্থাৎ কো-ভ্যালেন্ট যৌগ সাধাবণত আয়ন গঠন করিতে পারে না। তাই,

CO_2 , NH_3 , CH_4 , ইত্যাদি যৌগ আয়ন গঠনে অক্ষম। জৈব যৌগ সাধারণত কো-ভ্যালেন্ট পদ্ধতিতে গঠিত। তাই, জৈব যৌগ সাধারণত আয়ন গঠন করে না।

অজৈব লবণ, যথা, NaCl , KNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ইত্যাদি যৌগ ইলেকট্রো-ভ্যালেন্ট বা কো-অর্ডিনেট ভ্যালেন্ট পদ্ধতিতে গঠিত বলিয়া জলীয় দ্রবণে আয়ন গঠনে সক্ষম কিন্তু জৈব যৌগ মুখ্যত কো-ভ্যালেন্ট পদ্ধতিতে গঠিত বলিয়া সাধারণত আয়ন গঠনে সক্ষম নয় এবং জলে অদ্রবণীয়।

যে সকল যৌগ ইলেকট্রোলাইট বা বিদ্রব্য একমাত্র সেগুলি আয়ন গঠনে সক্ষম।

ভিড়্যোজী বা ইলেকট্রোভ্যালেন্ট যৌগের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Electro-valent compound): (i) দ্রবীভূত বা বিগলিত অবস্থায় ইহা বা আয়নরূপে বিয়োজিত হয় বলিয়া ইলেকট্রোলাইট রূপে তড়িৎ-পরিবহণে সক্ষম, (ii) এরূপ যৌগ জলে দ্রবণীয়, কিন্তু জৈব তবলে অদ্রবণীয় (iii) ইহাদের গলনাংক বা স্ফুটনাংক উচ্চতর হয় এবং (iii) ইহা বা সমাকৃতি যৌগ বা আইসোমার (isomer) গঠনে অক্ষম।

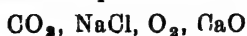
সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট যৌগের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of co-valent compound): (i) এরূপ যৌগ জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু জৈব তরলে দ্রবণীয়, (ii) ইহাদের স্ফুটনাংক বা গলনাংক কম হয়, (iii) ইহা বা সাধারণত তড়িৎ-বিয়োজনে অক্ষম বলিয়া আয়ন গঠনে এবং তড়িৎ-পরিবহণে অক্ষম এবং (iv) ইহারা সমাকৃতি যৌগ বা আইসোমার গঠনে সক্ষম।

Questions to be discussed

1. How would you explain the causes of valency in terms of electron? Why inert elements are incapable of forming compound? Valency of chlorine may be 1 or 7,—given reasons.

2. Define and illustrate Electro-valency and Co-valency. What type of compounds form ions?

3. Explain with structure the nature of the following compounds. Which of these compounds can ionize?



4. What are electro-valent, co-valent and co-ordinate bond ? How sodium chloride, oxygen and ammonium chloride are formed according to different types of valencies ? [At. No. of Na=11, Cl=17, H=1, O=8, N=7.]

5. What is the difference between co-valent and electro-valent bond ? Give two examples in each case.

6. Explain electro-valent, co-valent and co-ordinate valencies from the standpoint of atomic structure. Give electronic structures of methane, ammonia and ammonium chloride.

7. Write short notes on protons, electrons and neutrons. Give the electronic explanation of the formation of the molecules of sodium fluoride and fluorine. Mention the type of valency exhibited in each case.

[Atomic number , Na=11 , F=9] [H. S. Exam. 1961]

8. Give a brief account of the structure of atoms. State and illustrate what you understand by 'electrovalency' and 'Covalency.' [H. S. Exam. (comp.) 1961]

9. Write short notes on :—

- (a) Protons, electrons and neutrons. (b) Radio-activity.
(c) Isotopes. [H. S. Exam. (comp.) 1963]

10. Write short notes on :—

Isomerism, Electrovalency and Covalency.

[H. S. Exam. (comp) 1964]

জারণ ও বিজারণ তথা অক্সিডেশন ও রিডাকশন (Oxidation and Reduction)

জালানী দ্রব্যের দহন, লোহাব উপবে জল-বায়ু সংযোগে মরিচা পড়া, নিঃশ্বাসেব বায়ুর সাহায্যে থাও হইতে সংগৃহীত কার্বন যৌগের কার্বন ডাই-অক্সাইডেব রূপান্তর এবং বিভিন্ন কীটাত্মক ক্রিয়ায় জৈব পদার্থের পচনশীলতা— এই সব ঘটনাই প্রাকৃতিক জারণ ক্রিয়া বা অক্সিডেশনেব নিদর্শন। ধাতুর অক্সাইড হইতে যথা লোহার অক্সাইড হইতে কোক বা অঙ্গাব অথবা কার্বন মনোক্সাইডেব সাহায্যে ধাতু তথা লোহা উৎপাদনেব প্রক্রিয়া বিজারণের নিদর্শন।

জারণ ও বিজারণের সাধারণ সংজ্ঞা (General definition of oxidation and reduction)

জারণ (Oxidation)

অক্সিডেশন বা জারণ ক্রিয়ার
(Oxidation) সাধারণ সংজ্ঞা বর্ণনা
করিয়া বলা যায় যে জারণের অর্থ :

(i) অক্সিজেন সংযোজন , যথা :
 $C + O_2 = CO_2$

(ii) হাইড্রোজেন বিয়োজন , যথা :
 $4HCl + MnO_2 = Cl_2 + MnCl_2$
 $+ 2H_2O$

বিজারণ (Reduction)

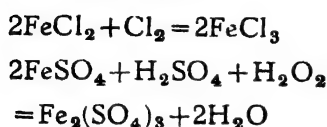
রিডাকশন বা বিজারণ ক্রিয়ার
(Reduction) সাধারণ সংজ্ঞা
বর্ণনা করিয়া অল্পরূপভাবে বলা যায়
যে বিজারণের অর্থ :

(i) অক্সিজেন বিয়োজন , যথা :
 $CuO + H_2 = Cu + H_2O$

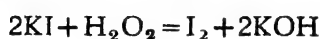
(ii) হাইড্রোজেন সংযোজন ,
যথা : $Cl_2 + H_2S = 2HCl + S$

জারণ (Oxidation)

(iii) ইলেকট্রো-নেগেটিভ অর্থাৎ অধাতব পবমাণু বা মূলকেব সংযোজন বা পরিমাণ বৃদ্ধি, যথা :



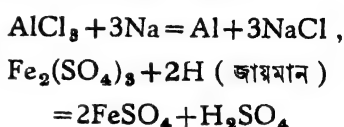
(iv) ইলেকট্রো-পজেটিভ অর্থাৎ ধাতব পবমাণু বা মূলকেব অপসারণ বা পরিমাণ হ্রাস। যথা :



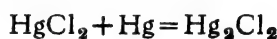
উল্লিখিত জারণ-বিক্রিয়াগুলিতে C, HCl, FeCl₂, FeSO₄ এবং KI জারিত বা অক্সিডাইজড হয়।

বিজারণ (Reduction)

(ii) ইলেকট্রো-নেগেটিভ অর্থাৎ অধাতব পরমাণু বা মূলকের অপসারণ বা পরিমাণ হ্রাস। যথা :



(iv) ইলেকট্রো-পজেটিভ অর্থাৎ ধাতব পবমাণু বা মূলকেব সংযোজন বা পরিমাণ বৃদ্ধি। যথা :



উল্লিখিত বিজারণ বিক্রিয়াগুলিতে CuO, Cl₂, AlCl₃, Fe₂(SO₄)₃, HgCl₂ বিজারিত হয়।

উপরের বিক্রিয়াগুলি অনুধাবন করিয়া তুলনা কবিলে দেখা যায় যে অক্সিডেশন বা জারণের বিপরীত বিক্রিয়ার অর্থ বিজারণ বা বিডাকশন তথা বিজারণের বিপরীত বিক্রিয়ার অর্থ জারণ।

উপরের জারণ ও বিজারণ তথা অক্সিডেশন ও বিডাকশন বিক্রিয়াগুলি পর্যালোচনা করিলে দেখা যায় যে জারণ বা অক্সিডেশন বিক্রিয়া সম্পাদনের জন্য জারক দ্রব্যের প্রয়োজন। উপরের জারণ বিক্রিয়াগুলির পর্যবেক্ষণে পরিলক্ষিত হয় যে অক্সিজেন (O₂), ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড (MnO₂), ক্লোরিন (Cl₂) এবং হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H₂O₂) জারক দ্রব্যের (oxidising agent) কাজ করে। এই বিক্রিয়াগুলির প্রকৃতি লক্ষ্য কবিলে আরও দেখা যায় যে জারক দ্রব্যগুলি অণু মৌল বা যৌগকে জারণ-ক্রিয়া সম্পাদনে সাহায্য কবে বটে কিন্তু নিজেবা বিজারিত হইয়া যায়। উল্লিখিত বিক্রিয়ায় অক্সিজেন অতি-স্বল্প নেগেটিভ ধর্মী কার্বনের সংযোগে কার্বন ডাই-অক্সাইডরূপে (CO₂), ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড উচ্চ নেগেটিভ ধর্মী

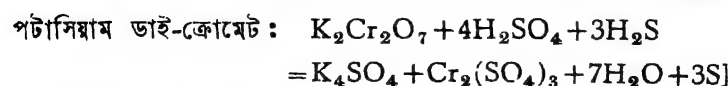
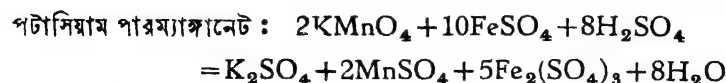
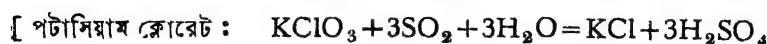
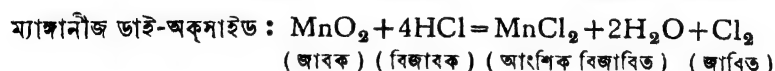
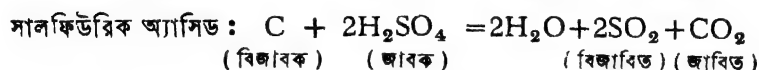
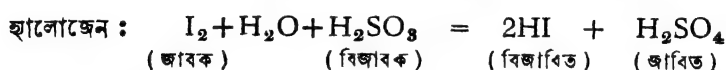
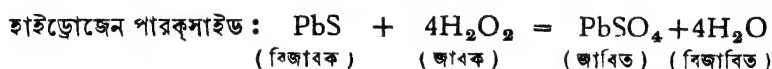
অক্সিজেন ত্যাগ করিয়া ($MnCl_2$), ক্লোরিন পজেটিভ ধর্মী জ্বায়বনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া ($FeCl_3$) এবং হাইড্রোজেন পাবকসাইড অক্সিজেন পবিত্যাগ কবিয়া জলে (H_2O) পরিণত হইয়া বিজারিত (reduced) হয়।

পক্ষান্তরে বিজারণ বা রিডাকশন বিক্রিয়াব জন্ত বিজারক দ্রব্যের প্রয়োজন। উল্লিখিত বিজাবণ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন (H_2), হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), সোডিয়াম ধাতু (Na), এবং মার্কানী (Hg) বিজারক দ্রব্যরূপে (Reducing agent) ব্যবহৃত হয়। এরূপ বিজারক দ্রব্যের অভাবে বিজারণ ক্রিয়া সম্পন্ন কবা সম্ভব নয়। এরূপ বিজারণ ক্রিয়ায় বিজারক দ্রব্যগুলি জাবিত (oxidised) হইয়া যায়। উপবেব বিক্রিয়ায় বিজারক দ্রব্য হাইড্রোজেন (H_2) জলরূপে (H_2O), হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) সালফাররূপে (S), ধাতব সোডিয়াম (Na) সোডিয়াম ক্লোরাইডরূপে ($NaCl$) এবং মার্কানী (Hg) মার্কিউবাস ক্লোরাইডরূপে (Hg_2Cl_2) জাবিত বা অক্সিডাইজড হইয়া যায়।

যুগপৎ জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া (Simultaneous Oxidation and Reduction reaction): জাবণ বিক্রিয়া বা অক্সিডেশনের জন্ত একটি জাবক দ্রব্যের প্রয়োজন এবং জাবণ ক্রিয়াব ফলে এই জাবক দ্রব্য বিজাবিত হইয়া যায়। পক্ষান্তরে বিজাবণ বিক্রিয়াব জন্ত একটি বিজাবক দ্রব্যের প্রয়োজন এবং এরূপ বিজারণ বিক্রিয়াব সময় বিজাবক দ্রব্য নিজে জাবিত হইয়া যায়। জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া পর্যালোচনা করিলে দেখা যায় জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া একই সঙ্গে অর্থাৎ যুগপৎ অনুষ্ঠিত হয়। অত্যাভাবে বলা যায় যে প্রতিটি জারণ বা বিজারণ বিক্রিয়ায় একটি পদার্থ জারকের কাজ করে এবং অপরিটি বিজারকের কাজ করে। উপবেব পবীক্ষায় দেখা যায় অক্সিজেন জাবক এবং কার্বন বিজাবক দ্রব্য। এরূপ পবীক্ষায় অক্সিজেন বিজাবিত হয়, কার্বন জারিত হয়। অত্যাভাবে হাইড্রোজেন একটি বিজাবক দ্রব্য এবং হাইড্রোজেনেব তুলনায় কপার অক্সাইড (CuO) একটি জাবক দ্রব্য। এই পবীক্ষায় হাইড্রোজেন জলরূপে (H_2O) জাবিত হয় এবং কপার অক্সাইড কপার (Cu) রূপে বিজাবিত হয়। উল্লিখিত প্রতিটি পবীক্ষা পর্যালোচনা কবিলে দেখা যাইবে যে জাবণ বা বিজাবণেব যে কোন পবীক্ষায় একই সঙ্গে একটি জাবক এবং একটি বিজাবক দ্রব্য বর্তমান থাকে এবং জাবক দ্রব্য বিজারিত বা বিডিউসড হইয়া

যায় এবং বিজারক দ্রব্য জাবিত বা অক্সিডাইজড্ হইয়া যায়। সুতবাং বলা যায়, জাবণ বা বিজারণ বিক্রিয়ায় একই সঙ্গে অর্থাৎ যুগপৎ-ভাবে জাবণ ও বিজাবণ বিক্রিয়া ঘটিয়া থাকে।

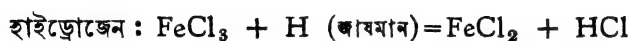
জারক দ্রব্য (Oxidising agent or Oxidant) : যে দ্রব্য অন্য পদার্থকে অক্সিজেন বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ অধাতব মৌল বা মূলক সরবরাহ করে অথবা অন্য পদার্থ হইতে হাইড্রোজেন বা ইলেকট্রো-পজেটিভ ধাতব মৌল বা মূলক অপসারিত করে তাহাকে জারক দ্রব্য বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট বা অক্সিডেন্ট বলা হয়। অক্সিজেন (O_2), ওজোন (O_3), হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2), হ্যালোজেন (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3), ঘন ও উত্তপ্ত সাউফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4), পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$), ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2) এবং অ্যাসিড দ্রবণে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ($KMnO_4$) ও পটাসিয়াম ডাই-ক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) ইত্যাদি কয়েকটি সুপরিচিত জাবক দ্রব্য। জারক দ্রব্যের উল্লেখসহ এরূপ জাবণ বিক্রিয়ার কয়েকটি সল উদাহরণ :



বিজারক দ্রব্য (Reducing agent or Reductant) : যে দ্রব্য অন্য কোন পদার্থকে হাইড্রোজেন বা পজেটিভ-ধর্মী ধাতব মৌল

বা মূলক সরবরাহ করে অথবা অন্য পদার্থ হইতে অক্সিজেন বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ-ধর্মী অধাতব মৌল বা মূলক অপসারিত করে তাহাকে বিজারক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্ট বা রিডাকটেন্ট বলা হয়।

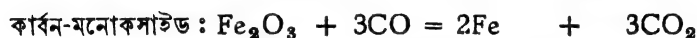
কয়েটি সুপরিচিত বিজারক দ্রব্য : হাইড্রোজেন (H_2), কার্বন (C), কার্বন মনোকসাইড (CO), হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2), ধাতব মৌল (Na, Mg Al ইত্যাদি) হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিড (HI), স্ট্যানাস ক্লোরাইড ($SnCl_2$) ইত্যাদি। বিজারক দ্রব্যের উল্লেখসহ কয়েকটি বিজারণ ক্রিয়ার সাধারণ উদাহরণ :



(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)

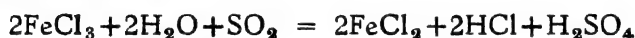


(জারক) (বিজারক) (জারিত) (বিজারিত)

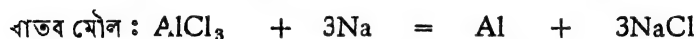


(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)

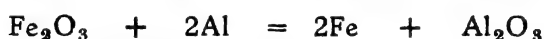
সালফার ডাই অক্সাইড :



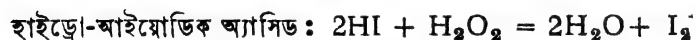
(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)



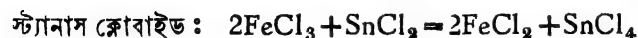
(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)



(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)



(বিজারক) (জারক) (বিজারিত) (জারিত)



(জারক) (বিজারক) (বিজারিত) (জারিত)

জারণ-বিজারণের ইলেকট্রনীয় সংজ্ঞা

(Electronic definition of Oxidation and Reduction)

জারণ ও বিজারণের অর্থ কি তাহা বিভিন্ন পরমাণু বা ইরেক থলে অবস্থিত ইলেকট্রনের ক্রিয়ায় সহজেই ব্যাখ্যা করা যায়। একথা আগেই

3. অ্যানায়ন বা নেগেটিভ আয়ন ইলেকট্রন বর্জন করিয়া অধাতব পরমাণুতে পবিণত হয়। যথা :



ক্লোরাইড আয়ন ক্লোরিন পরমাণু

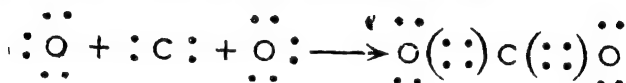


সালফাইড আয়ন সালফার পরমাণু



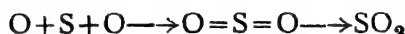
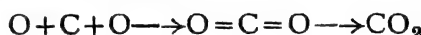
অক্সিজেন আয়ন অক্সিজেন পরমাণু

(খ) দুইটি বিভিন্ন মৌল পরমাণুতে সমযোজী বা কো-ভ্যালেন্ট যৌগ (CO_2 , SO_2) গঠন করিবার সময় যে সমযোজী যোজক (bond) বা ইলেকট্রন জোড় গঠন করে তাহাও জারণ ক্রিয়া। যথা :



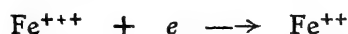
অক্সিজেন কার্বন অক্সিজেন কার্বন ডাই-অক্সাইড বচনায় চারিটি
পরমাণু পরমাণু পরমাণু ইলেকট্রন জোড় গঠিত হয়

ইলেকট্রন জোড়কে যদি ‘—’ এরূপ চিহ্ন দ্বাৰা চিহ্নিত করা যায় তাহা হইলে এরূপ বিক্রিয়াটি লেখা যায় :

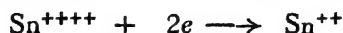


বিজারণ (Reduction) : (ক) যে বিক্রিয়ার কোন পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে সেই বিক্রিয়াকে বলা হয় বিজারণ বা রিডাকশন। অর্থাৎ, বিজারণের অর্থ ইলেকট্রন গ্রহণ। কয়েকটি উদাহরণ :

1. উচ্চতর যোজ্যতাব ক্যাটায়ন বা পজিটিভ আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া নিম্নতর যোজ্যতাব আয়নে পবিণত হয়। যথা :



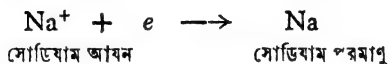
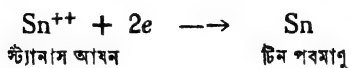
ফেবিক আয়ন ফেবাস আয়ন



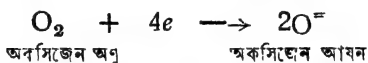
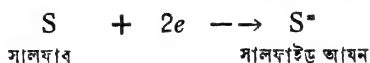
স্ট্যানিক আয়ন স্ট্যানাস আয়ন

$$\text{Fe}^{++} + 2e \longrightarrow \text{Fe}$$

ফেবাস আয়ন আয়রন পরমাণু


$$\text{Cl}_2 + 2e \longrightarrow 2\text{Cl}^-$$

ক্লোরিন অণু ক্লোরাইড আয়ন

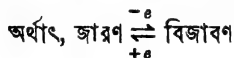

$$\text{O}=\text{C}=\text{O} \rightarrow \text{C} + \text{O}_2$$

জারক ও বিজারক দ্রব্য (Oxidising and Reducing agent) :
যে পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে বলা হয়
জারক দ্রব্য বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট বা অক্সিডেন্ট এবং যে
পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন দান করে তাকে বলা হয়
বিজারক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্ট বা রিডাকটেন্ট।

জানক ও বিজানক ক্রিয়ায় মুগপে অনুষ্ঠান
(Oxidation-reduction takes place simultaneously)

1. জাবণ ও বিজাবণ তথা অক্সিডেশন ও বিডাকশন বিক্রিয়ার প্রকৃতি
পর্যালোচনায় দেখা যায় :

জীবন ক্রিয়াব বিপরীত অর্থ বিজারণ এবং বিজারণের বিপরীত অর্থ জারণ।



2. জাবণ ক্রিয়ায় যে ইলেকট্রন বর্জিত হয় তাহা গ্রহণ করার জন্ত ইলেকট্রন গ্রহণকারী একটি জাবক দ্রব্য বর্তমান থাকা প্রয়োজন এবং অনুরূপভাবে বিজাবণ ক্রিয়ায় যে ইলেকট্রন গৃহীত হয় তাহা দান করার জন্ত একটি ইলেকট্রন-দাতা বিজারক দ্রব্য বর্তমান থাকা প্রয়োজন।

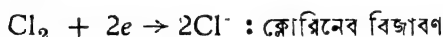
3. জাবণ ক্রিয়ায় জাবক দ্রব্য ইলেকট্রন গ্রহণ কবিয়া নিজে বিজাবিত হইয়া যায় এবং অনুরূপভাবে বিজারণ ক্রিয়ায় বিজারক দ্রব্য ইলেকট্রন দান কবিয়া নিজে জাবিত হইয়া যায়। সুতরাং বলা যায়, জাবণ ও বিজাবণ ক্রিয়াব জন্ত একই সঙ্গে জাবক ও বিজাবক দ্রব্য থাকা প্রয়োজন।

4. একরূপ জারণ ও বিজারণ তথা অক্সিডেশন বা বিডাকশন বিক্রিয়ায় যত সংখ্যক ইলেকট্রন বিজাবক দ্রব্য বর্জন করে জাবক দ্রব্য তত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহণ করে। সুতরাং বলা যায় জারণ ও বিজারণ ক্রিয়া একই সঙ্গে অর্থাৎ যুগপৎ (simultaneously) অনুষ্ঠিত হয়।

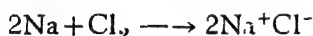
কয়েকটি উদাহরণ :



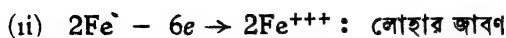
(বিজাবক) (জাবিত)



(জাবক) (বিজাবিত)



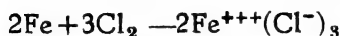
এই বিক্রিয়ায় দুইটি সোডিয়াম পবমাণু দুইটি ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া সোডিয়াম আয়নরূপে (Na^+) জাবিত হয় এবং ক্লোরিন অণু সেই ইলেকট্রন দুইটি গ্রহণ কবিয়া ক্লোরাইড আয়ন (2Cl^-) রূপে বিজাবিত হইয়া সোডিয়াম ও ক্লোরিনের পাবম্পবিক বিক্রিয়ায় যুগপৎ জাবণ-বিজারণ তথা অক্সিডেশন-বিডাকশন বিক্রিয়া সম্পন্ন করে। একরূপ বিক্রিয়ায় ক্লোরিন অণু (Cl_2) ইলেকট্রন গ্রহণ করে বলিয়া জারক দ্রব্য এবং ইলেকট্রন গ্রহণ কবিয়া নিজে ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) রূপে বিজারিত হইয়া যায়। পক্ষান্তরে সোডিয়াম পবমাণু (Na) ইলেকট্রন বর্জন করে বলিয়া বিজাবক দ্রব্য এবং ইলেকট্রন বর্জনের ফলে নিজে জারিত হইয়া সোডিয়াম আয়ন গঠন করে।



(বিজারক) (জাবিত)



(জাবক) (বিজাবিত)

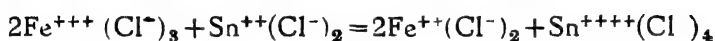


সোডিয়াম ক্লোরাইড গঠনের একই পদ্ধতিতে ইহার জাবণ ও বিজারণ ক্রিয়াব বিশ্লেষণ করা যায়।

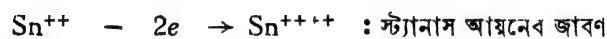


(জাবক) (বিজাবক) (বিজাবিত) (জাবিত)

এই বিক্রিয়াটি ইলেকট্রনীয় বিক্রিয়া অনুযায়ী লেখা যায় :



(জাবক) (বিজাবিত)



(বিজাবক) (জাবিত)

দুইটি ফেব্রিক আয়ন (Fe^{+++}) জাবক দ্রব্য বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট বলিয়া দুইটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং নিজে বিজাবিত হইয়া ফেব্রাস আয়ন (Fe^{++}) পরিণত হয়। পক্ষান্তরে স্ট্যানাস আয়ন (Sn^{++}) একটি বিজাবক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্ট বলিয়া দুইটি ইলেকট্রন বর্জন করিয়া স্ট্যানিক আয়নরূপে (Sn^{++++}) জাবিত হয়। সুতরাং এরূপ বিক্রিয়ায় অর্থাৎ স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্বারা ফেব্রিক ক্লোরাইডকে বিজাবিত করার বিক্রিয়ায়ও এরূপ জাবণ-বিজারণ ক্রিয়া যুগপৎ ঘটিয়া থাকে।

জারক ও বিজারক দ্রব্যের উদাহরণ

(Oxidising and Reducing agents)

যে পরমাণু, অণু বা আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাহাকে বলা হয় জারক পদার্থ বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট (Oxidant) এবং যে পদার্থ ইলেকট্রন দান করে তাহাকে বলা হয় বিজারক বা রিডিউসিং এজেন্ট (Reductant)।

জারক দ্রব্য (Oxidising agent)

জারক দ্রব্য বা অক্সিডাইজিং এজেন্ট	বিজারিত পদার্থ .
অক্সিজেন এবং ওজোন (O_2 এবং O_3)	O^-
হ্যালোজেন (Cl_2 , Br_2 ইত্যাদি)	Cl^- , Br^- ইত্যাদি
নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3)	NO বা NO_2 বা N_2O বা NH_3
হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2)	H_2O
ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4)	SO_2
MnO_4 (অ্যাসিড দ্রবণ) — বেগুনী বর্ণ ম্যাঙ্গানেট মূলক	Mn^{++} (বর্ণহীন)
MnO_4 (আলকালী দ্রবণ) ,,	MnO_2
Cr_2O_7 (অ্যাসিড দ্রবণ) — কমলা বর্ণ ডাই-ক্রোমেট মূলক	Cr^{+++} (সবুজ বর্ণ)

বিজারক দ্রব্য (Reducing agent)

বিজারক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্ট	জারিত পদার্থ
ক্ষাবকীয় ধাতু (K , Na ইত্যাদি)	K^+ , Na^+ ইত্যাদি
আয়রন, অ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি	Fe^{++++} , Al^{+++}
হাইড্রোজেন (H_2)	বা H^+
হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S)	S
কার্বন মনোক্সাইড (CO)	CO_2
স্ট্যানাস লবণ ($SnCl_2$)	Sn^{++++} স্ট্যানিক লবণ ($SnCl_4$)
সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2)	H_2SO_4 বা SO_4^{--}
ফেবাস লবণ ($FeCl_2$) (হালকা সবুজ)	Fe^{+++} ফেবিক লবণ ($FeCl_3$) (বাদামী-হলুদ)

Questions to be discussed

1. Define and explain with illustrations oxidation and reduction. Is it necessary that an oxidising agent should contain oxygen?

2. What is meant by oxidising and reducing agent? What happens to these agents during the process of oxidation and reduction? Explain with two illustrations.

3. Oxidation is more than addition of oxygen—explain this with illustration? What is reduction? How the process of reduction is utilised in metallurgy?

4. Define oxidation and reduction in terms of electron. Give two examples in each case. What happens to the electrons given up during the process of oxidation?

5. Define oxidising and reducing agent in terms of electron. What happens to these agents during the reactions? Illustrate your answer.

6. During chemical reactions ferrous ion is changed to ferric ion and stannous to stannic ion. Indicate which of these reactions are oxidation and which are reduction. Give reasons and electronic equations.

7. What do you understand by 'oxidation' and 'reduction'? Give examples.

[H. S. Easom, 1960, 1963]

ধাতুর ঐতিহাসিক পরিচয়

আমাদের সভ্যতার প্রধান উপাদান ধাতু। প্রায় 102টি প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম মৌলিক পদার্থের মধ্যে চারাত্তরটি মৌলিক পদার্থই ধাতুজাতীয়। কিন্তু এক শতাব্দী পূর্বেও মাত্র আটটি ধাতুর ব্যবহার কৃত্রিম অথবা ধাতুর ব্যবহার ছিল অজানা। এই পরিচিত ধাতু কয়টিব নাম—সোনা, রূপা, পারদ, তামা, টিন, লোহা, সীসা ও দস্তা। ছই হাজার বৎসর পূর্বে শুধু সোনা, রূপা, তামা, টিন, লোহা এবং সীসার সঙ্গে মানব সভ্যতার পরিচয় ছিল। সোনা, রূপা ও তামা মৌলরূপে পাওয়া যায়। তাই, প্রাচীনকালে এই কয়টি ধাতুর ব্যবহারই প্রথম প্রচলিত হয়। পবে টিন, লোহা, সীসার যোগ কাঠের অঙ্গার তথা চারকোলের সঙ্গে পোড়াইয়া এই সব ধাতু তৈরীর উপায় উদ্ভাবিত হয়।

সোনা ও তামা : সোনা এবং তামা প্রাচীনতম ব্যবহৃত ধাতু। ছয় হাজার বৎসর পূর্বেও মিসরে সোনা ও তামার ব্যবহার জানা ছিল। প্রায় পাঁচ হাজার বৎসর পূর্বে রূপা আবিষ্কৃত হয়। তামা ও টিনের মিশ্রিত ধাতু ব্রোঞ্জ আবিষ্কৃত হয় প্রায় চার হাজার বৎসর পূর্বে। মিসরবাসীরা পাবস্ত্র হইতে টিন আহরণ করিত এবং তামার সঙ্গে মিশাইয়া ব্রোঞ্জ তৈরী করিয়া পাত্র, মূর্তি ও অস্ত্র তৈরী করিত। মিসর হইতে পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে ব্রোঞ্জের ব্যবহার প্রচলিত হয়।

লোহা : লোহার ব্যবহার প্রচলিত হয় ব্রোঞ্জ আবিষ্কারের প্রায় দেড় হইতে ছই হাজার বৎসর পবে। খৃঃ পূর্ব আটশত শতাব্দীতেও লোহা ছিল এক মহাৰ্থ পদার্থ। এই সময়ে গ্রীসের সর্বশ্রেষ্ঠ ব্যায়ামবিদ অ্যাকলিসকে ব্যায়াম বিজ্ঞান পাবদর্শিতার জন্য মহামূল্য বস্তুরূপে পুরস্কার দেওয়া হয় একটি লোহার গোলক। অনেকের মতে লোহা প্রথম আবিষ্কৃত হয় ভাবতবর্ষে। অন্তত ভাবতবর্ষেই যে সর্বপ্রথম ইস্পাত নির্মাণের উপায় উদ্ভাবিত হইয়াছে এই বিষয়ে সকলেই একমত। দিল্লীর ছই হাজার বৎসরের প্রাচীন দৌহস্তস্তটি তার নিদর্শন।

সীসা ও দস্তা : মিসরে 1200 খৃঃ পূর্বের প্রাচীন কববে সীসার পাত্র পাওয়া গিয়াছে। বোধ হয় মিসরের সীসা স্পেন হইতে সীসা আমদানী করিত। রোমান সাম্রাজ্যে সীসার বিশেষ প্রচলন ছিল। টিন ও জিংকের মিশ্রিত পদার্থ পিত্তলরূপে জিংক বা দস্তার ব্যবহারের অনেক আগেই প্রচলিত ছিল; কিন্তু জিংক যে একটি স্বতন্ত্র ধাতু তাহা বোল শতাব্দীর পূর্বে জানা ছিল না।

অ্যালুমিনিয়াম : অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবহার সবচেয়ে বিস্তারিত। অ্যালুমিনিয়াম আবিষ্কৃত হইয়া মাত্র 1827 খ্রীষ্টাব্দে। 1855 খ্রীষ্টাব্দে প্যারিসের প্রদর্শনীতে এক পাউণ্ড অ্যালুমিনিয়াম বিক্রি হইয়া একশ' পঞ্চাশ টাকায়। এখন বাতুর মধ্যে লোহার পরেই অ্যালুমিনিয়ামের উৎপাদন ও ব্যবহার সবচেয়ে বেশি।

পৃথিবীতে এখন আব কোন ধাতুই অনাবিষ্কৃত নাই। কিন্তু চূরাস্তরটি আবিষ্কৃত এবং কৃত্রিমভাবে তৈরী ধাতু-জাতীয় মৌলিক পদার্থের মধ্যে প্রায় পঁয়তাল্লিশটি ধাতু মোটামুটি মানব-সভ্যতার কার্যে প্রয়োগ করা সম্ভব হইয়াছে। তবে সোডিয়াম, পটাশিয়াম ও ক্যালসিয়ামকে ধাতুরূপে না হইলেও ইহাদের যৌগসমূহ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত করা হয়। অজ্ঞাত নবাবিষ্কৃত ধাতুগুলির উৎপাদন ও ব্যবহার এখনও ভেতন প্রচলিত হয় নাই। নিচেই এই ধাতু কয়টিই বর্তমান মানব-সভ্যতায় বিশেষভাবে ব্যবহৃত :

লোহা (আয়রন)	তামা (কপার)	দস্তা (জিংক)
সীসা (লেড)	সোনা (গোল্ড)	রূপা (সিলভার)
ম্যাংগানিজ	অ্যালুমিনিয়াম	ম্যাংগানিজ
নিকেল	ট্যাংস্টেন	পারদ (মার্কারি)
ক্রোমিয়াম	ভ্যানাডিয়াম	মলিবিডেনাম
টিন	কোবাল্ট	অ্যান্টিমনি
ম্যাগনেসিয়াম	টাইটেনিয়াম	বিসমাথ
থোরিয়াম	ইয়ুরেনিয়াম	প্লুটোনিয়াম

ইয়ুরেনিয়াম, থোরিয়াম ও প্লুটোনিয়াম ব্যবহার করা হয় পারমাণবিক শক্তি উৎপাদনের আলানী রূপে।

ভারতের খনিজ ধাতু

ভারতের বিভিন্ন প্রদেশে প্রাপ্ত খনিজ পদার্থ অল্পরূপ : (i) **লোহার আকরিক**—বিহার, উড়িষ্যা, মহীশূর ও মধ্যপ্রদেশ। এই ধাতু সম্পদে ভারতের স্থান অষ্টম। (ii) **ম্যাংগানীজ আকরিক**—মধ্যপ্রদেশ, মহাবাষ্ট্র, মহীশূর, অন্ধ্র। স্থান দ্বিতীয়। (iii) **মাইকা বা অজ্র**—বিহার, রাজস্থান,

অক্স। স্থান—প্রথম। (iv) সোনা—মহীশূব। (v) কপার আকরিক—বিহার ও দার্জিলিং। (vi) ক্রোমাইট আকরিক—বিহার, উড়িষ্যা ও মহীশূব। (vii) ম্যাগনেসাইট আকরিক—মাদ্রাজ। (viii) লেড আকরিক—রাজস্থান। (ix) জিংক ব্লেন্ড—বাজস্থান। (x) বক্সাইট আকরিক—বিহার, উড়িষ্যা, মধ্যপ্রদেশ, মহারাষ্ট্র, মাদ্রাজ ও কাশ্মীর। (xi) থোরিয়াম আকরিক—কেবলা। প্রথমস্থান।

ধাতু ও অ-ধাতু জাতীয় মৌলিক বৈশিষ্ট্য

[Characteristics of Metals and Non-metals]

মৌলিক পদার্থেব তিন-চতুর্থাংশ ধাতু বলিয়া গণ্য কবা হইলেও, ধাতু এবং অ-ধাতুরূপে মৌলিক পদার্থেব পার্থক্য খুব সুনির্দিষ্ট নয়। অনেক ধাতু ও অ-ধাতুব মধ্যে একই ধর্ম দেখা যায়। কয়েকটি বিশেষ ভৌত ও বাসায়নিক ধর্মের পাথক্যের উপর ভিত্তি কবিয়া সাধাবণত মৌলিক পদার্থগুলিকে ধাতু ও অ-ধাতু—এই দুই শ্রেণীতে ভাগ কবা যায়।

(i) ভৌত ধর্মের পার্থক্য .

(Differences in Physical Properties)

1. ভৌতাবস্থা ও উজ্জল্য

ধাতু (Metal)

ধাতু স্বাভাবিক অবস্থায় কঠিন, উজ্জল এবং আলোক প্রতিফলনে সক্ষম। ধাতুর উজ্জল্যকে বলা হয় ধাতব উজ্জল্য (metallic lustre)।

অ-ধাতু (Non metal)

অ-ধাতু স্বাভাবিক অবস্থায় তরল বা গ্যাসীয় এবং অল্পজ্জল ও আলোক প্রতিফলনে অক্ষম।

ব্যতিক্রম : মার্কাসি স্বাভাবিক অবস্থায় তরল এবং সোনা ও অ্যালুমিনিয়াম ছাড়া চূর্ণ অবস্থায় কোন ধাতুই উজ্জল নয়।

ব্যতিক্রম : আয়োডিন, কার্বন, বোবন, সিলিকন, ফরফরাস ও সালফার ইত্যাদি অ-ধাতু স্বাভাবিক অবস্থায় কঠিন। আয়োডিন এবং গ্রাফাইট জাতীয় কার্বন উজ্জল এবং হীরক জাতীয় কার্বন আলোক প্রতিফলনে সক্ষম।

2. মৌলের ঘনত্ব

ধাতু

ধাতুর ঘনত্ব (density) সাধাবণত বেশি অর্থাৎ ধাতু ভাবী পদার্থ।

ব্যতিক্রম : লিথিয়াম, সোডিয়াম, পটাসিয়াম ইত্যাদি ধাতু জলের চেয়েও হালকা এবং ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের ঘনত্বও কম।

অ-ধাতু

অ-ধাতুর ঘনত্ব সাধাবণত কম। সমস্ত অ-ধাতুর মধ্যে উচ্চতম ঘনত্ব 5, আয়োডিনের ঘনত্ব 4.9।

3. কাঠিন্য, নমনীয়তা, সম্প্রসারণশীলতা

ধাতু শক্ত, হৃদত (high tenacity), নমনীয় (malleable) এবং প্রসারশীল বস্তু। ধাতুর উপরে আঘাত করিলে একপ্রকার শব্দ হয়—মাহকে বলা হয় ধাতব শব্দ। (metallic sound)। ধাতু পিটাওয়া তাব বা অতি পাতলা পাতে পবিণত কবা যায়। সোনা সবচেয়ে সম্প্রসারণশীল।

ব্যতিক্রম : বিসমাথ ও অ্যান্টিমনি ধাতু ভঙ্গুব বলিয়া ইহাদের চূর্ণ করা যায়।

অ-ধাতু শিথিল, নরম, অনমনীয় ও অপ্রসারশীল। কঠিন অ-ধাতু ভঙ্গুব। তাই সালফার, ফসফরাস, কার্বন ইত্যাদি চূর্ণ তৈরী কবা যায়। শক্ত অ-ধাতুর উপরে আঘাত করিলে কোন শব্দ হয় না।

4. তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবহণ ক্ষমতা

ধাতু তাপ ও তড়িৎ উত্তম পরিবাহী (good conductor)। রূপা সর্বোৎকৃষ্ট এবং তামা পববর্তী উৎকৃষ্ট তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী ধাতু।

ব্যতিক্রম : মার্কারিব তাপ ও তড়িৎ পরিবহণে ক্ষমতা কম।

অ-ধাতু তাপ ও তড়িৎ-পরিবহণে অক্ষম (non-conductor)।

ব্যতিক্রম : হাইড্রোজেন এবং গ্র্যাফাইট জাতীয় কার্বন ও আরসেনিক ধাতু তাপ ও তড়িৎ পরিবহণে ক্ষম।

(ii) রাসায়নিক ধর্মের পার্থক্য
(Differences in Chemical Properties)

1. মৌলের তড়িৎ ধর্ম

ধাতু (Metal)	অ-ধাতু (Non-metal)
<p>ধাতু পজেটিভ তড়িৎধর্মী (electro-positive) ; তাই, ধাতু ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া ক্যাটায়নে পরিণত হয়। $Na - e \rightarrow Na^+$। তড়িৎ-বিশ্লেষণের সময় ধাতব যৌগের পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতব আয়ন বা ক্যাটায়ন নেগেটিভ তড়িৎ-দ্বারের দিকে আকর্ষিত হয়। যথা :</p> <p>$NaCl \rightleftharpoons Na^+ (\text{ক্যাথোড}) + Cl^-$</p> <p>ব্যতিক্রম : হাইড্রোজেন অ-ধাতু হওয়া সত্ত্বেও পজেটিভ তড়িৎধর্মী।</p> <p>$HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$</p>	<p>অ-ধাতু নেগেটিভ তড়িৎ-ধর্মী (electro-negative) , তাই, অধাতু ইলেকট্রন গ্রহণ কবিয়া অ্যানায়নে পরিণত হয়। $Cl + e \rightarrow Cl^-$। তড়িৎবিশ্লেষণের সময় ধাতব যৌগের নেগেটিভ-ধর্মী অ-ধাতব আয়ন বা অ্যানায়ন পজেটিভ তড়িৎ-দ্বারের দিক আকর্ষিত হয়। যথা :</p> <p>$NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^- (\text{অ্যানোড})$</p> <p>কিন্তু সোডিয়াম হাইড্রাইড যৌগে (NaH) হাইড্রোজেন নেগেটিভ ধর্মী</p> <p>$NaH \rightleftharpoons Na^+ + H^-$</p>

2. অক্সাইডের প্রকৃতি

ধাতুর অক্সাইড (CuO, Fe ₂ O ₃ , CaO) ধর্মে ক্ষারকীয়।	অ-ধাতুর অক্সাইড (SO ₂ , CO ₂ , P ₂ O ₅) সাধারণত অ্যাসিড ধর্মী।
<p>অর্থাৎ, ধাতুর অক্সাইড অ্যাসিডকে প্রশমিত কবিয়া লবণ ও জল গঠন করে। যথা : $Na_2O + 2HCl = 2NaCl + H_2O$, সোডিয়াম ও পটাশিয়ামের অক্সাইড জলের সঙ্গে রিক্রিয়ায় ক্ষার গঠন করে। যথা :</p> <p>$Na_2O + H_2O = 2NaOH$</p>	<p>অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়।</p> <p>$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$</p> <p>$P_2O_5 + 3H_2O = 2H_3PO_4$</p>

ধাতু

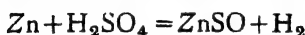
ব্যতিক্রম : সাধাবণত ধাতুব অক্সাইড ক্ষাবকীয় কিন্তু জিংক, অ্যালুমিনিয়াম, লেড (ZnO , Al_2O_3 , PbO) ইত্যাদির অক্সাইড অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়ের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া লবণ গঠনে সক্ষম বলিয়া উভধর্মী। উচ্চতর যোজ্যতাব ক্রোমিয়াম অক্সাইড ও ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড (CrO_3 , Mn_2O_7) জাতীয় ধাতব অক্সাইডগুলি অ্যাসিড-ধর্মী।

অ-ধাতু

ব্যতিক্রম : জল, কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রিক অক্সাইড (H_2O , CO , NO) ইত্যাদি অ-ধাতব সঙ্গে অ্যাসিড ও ক্ষাবের কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

3. অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া

ধাতু সাধাবণত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) ও সালফিউবিক অ্যাসিডে (H_2SO_4) দ্রবীভূত হয় এবং হাইড্রোজেন (H_2) প্রতিস্থাপন করে।



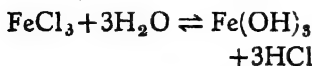
ব্যতিক্রম : তড়িৎ-বাসায়নিক তালিকায় হাইড্রোজেনের নিচে অবস্থিত কোন ধাতু হাইড্রোজেন (H_2) প্রতিস্থাপনে অক্ষম।

অ-ধাতুর মৌল হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউবিক অ্যাসিডে (HCl বা H_2SO_4) সাধাবণ তাপাংকে দ্রবীভূত হয় না বা বিক্রিয়া ঘটায় না।

ব্যতিক্রম : উচ্চচাপে কার্বন, সালফার ইত্যাদি অ-ধাতু অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। $C + 2H_2SO_4 = CO_2 + 2H_2O + 2SO_2$

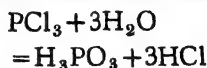
4. হ্যালোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া

ধাতু হ্যালোজেনের সঙ্গে হ্যালাইড যৌগ গঠন করে। যথা : $NaCl$, $ZnCl_2$, এরূপ হ্যালাইড সাধাবণত জলের সংস্পর্শে স্থায়ী থাকে। কিন্তু $FeCl_3$, $AlCl_3$ জলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া যায়। যথা :



সাধাবণত ধাতব হ্যালাইড অম্লদ্বায়ী, কিন্তু স্ট্যানিক ও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($SnCl_4$, $AlCl_3$) উদ্বায়ী।

সাধাবণত (O , Cl) ছাড়া অ-ধাতু হ্যালাইড গঠন করে। অ-ধাতব মৌলিক পদার্থের হ্যালাইড যৌগের জলের সংস্পর্শে আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে।

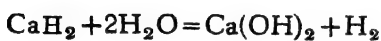


ব্যতিক্রম : কার্বনের টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) জলের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে পারে না।

5. হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়া

ধাতু সাধারণত হাইড্রোজেনের
সে কয়েকটি ধাতব যৌগ গঠন করে
সেই যৌগগুলি অদ্রবীয় (non-
volatile)। যথা : NaH , CaH_2
ইত্যাদি। $2\text{Na} + \text{H}_2 = 2\text{NaH}$

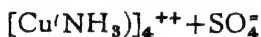
জলীয় দ্রবণে ইহাদের আর্দ্র-
বিভ্রমণ ঘটে।



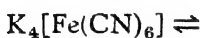
অ-ধাতু হাইড্রোজেনের সঙ্গে
যৌগ গঠন করে এবং একপ যৌগগুলি
উদ্বায়ী (volatile)। যথা : NH_3 ,
 PH_3 , CH_4 ইত্যাদি যৌগগুলি
গ্যাস।

6. জটিল যৌগ গঠন

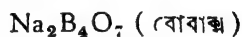
ধাতু জটিল লবণ (complex
salt) গঠন কবিত্তে পাবে। একপ
যৌগে ধাতু ক্যাটায়ন বা অ্যানায়ন
উভয় আয়নের অংশ হইতে পারে।



বা

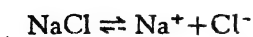


অ-ধাতু সাধারণত জটিল লবণ
গঠন কবিত্তে পাবে না। কিন্তু বোরন
ও সিলিকন জটিল যৌগ গঠন কবিত্তে
পাবে। যথা :



7. যৌগের ইলেকট্রনীয় প্রকৃতি

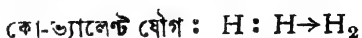
ধাতু সাধারণত অ-ধাতুর সঙ্গে
ইলেকট্রো-ভ্যালেন্ট যৌগ গঠন করে।
তাই একপ যৌগে দ্রবীভূত বা বিগলিত
অবস্থায় তড়িদ্বিয়োজন ঘটে।



ইলেকট্রো-ভ্যালেন্ট যৌগ :



অ-ধাতু সাধারণত পরস্পরে
কো-ভ্যালেন্ট যৌগ গঠন করে বলিয়া
একপ যৌগে সাধারণত তড়িদ্-
বিয়োজন ঘটে না।



ধাতু-নিষ্কাশন (Extraction of Metal)

সোনা, রূপা, প্র্যাটিনাম, পারদ ও তামা—শুধু এই কয়টি মৌলিক পদার্থই মুক্ত ধাতুরূপে মৌল অবস্থায় পাওয়া যায়। এই কয়টি ধাতু ব্যতীত আর কোন ধাতুই মৌল অবস্থায় মুক্ত পদার্থরূপে পাওয়া যায় না,—পাওয়া যায় যৌগ রূপে। মুক্ত মৌলরূপে যে-কয়টি ধাতু পাওয়া যায় সেগুলিও মৌল অবস্থার চেয়ে অল্প পদার্থের সঙ্গে যৌগরূপেই বেশি পরিমাণে পাওয়া যায়।

ধাতুগুলি প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায় সাধারণত অক্সাইড, সালফাইড, কার্বনেট, সালফেট, নাইট্রেট, হ্যালাইড, ফসফেট বা সিলিকেট যৌগ রূপে। কিন্তু ধাতু নিষ্কাশন করা হয় প্রধানত ধাতুর অক্সাইড, সালফাইড, ক্লোরাইড ও কার্বনেট যৌগ হইতে। ভূ-পৃষ্ঠের উপরিভাগে উন্মুক্ত অবস্থায় ধাতুর যে-সমস্ত যৌগ পাওয়া যায় সেগুলি সবই জলে অদ্রাব্য। ধাতুর দ্রাব্য যৌগগুলি বৃষ্টি ও নদীর জলে দ্রবীভূত হইয়া ভূ-পৃষ্ঠ হইতে সমুদ্রজলে গিয়া সঞ্চিত হইয়াছে। তাই সমুদ্র জলে ধাতব স্বাদ পাওয়া যায়। ভূ-পৃষ্ঠের পবিবর্তনের ফলে কোন কোন ধাতব যৌগ জল-বৃষ্টিব প্রকোপেব আড়ালে খনিজ পদার্থরূপে ভূগর্ভে সঞ্চিত হইয়া রহিয়াছে।

ধাতুর আকরিক (Mineral Ores) : যে-সমস্ত ধাতব যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এবং অনেক ক্ষেত্রে যাছা হইতে ধাতু সংগ্রহ করা হয় সেগুলিকে বলা হয় খনিজ পদার্থ (minerals) এবং অল্প খরচে ধাতু-নিষ্কাশন-যোগ্য খনিজ পদার্থকে ধাতুর আকরিক বা ‘ওর’ (ore) বলা হয়। ভারতে প্রচুর পরিমাণে বিভিন্ন খনিজ পদার্থের আকরিক পাওয়া যায়। এই সমস্ত খনিজ আকরিকেব মধ্যে—লোহা, তামা, ম্যাঙ্গানীজ, ক্রোমিয়াম, থোরিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, সোনা, রূপা, জারকোনিয়াম, মলিব্‌ডেনাম, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, টাইটেনিয়াম, টাংস্টেন, ইয়ুরেনিয়াম এবং অল্প পরিমাণ টিন ধাতুর আকরিক পাওয়া যায় এবং কতগুলি ধাতু ভারতে নিষ্কাশিত হয়, যদিও সব ধাতু নিষ্কাশনের ব্যবস্থা করা এখনও ভারতে সম্ভব হয় নাই।

ধাতুর সাধারণ নিষ্কাশন পদ্ধতি'

(General Principles of Extraction or Metallurgy

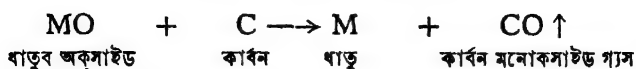
ধে-রাসায়নিক উপায়ে খনিজ আকরিক হইতে মৌলরূপে ধাতু নিষ্কাশিত করা হয় সেই উপায়কে বলা হয় ধাতু-নিষ্কাশন পদ্ধতি এবং এই পদ্ধতিকে ধাতুবিজ্ঞা বা 'মেটালার্জি' (Metallurgy) বলা হয়।

দেডশত বৎসর 'পূর্বেও কাঠকয়লা বা অঙ্গারের সঙ্গে খনিজ আকরিক পোড়াইয়া ধাতু তৈরী করার 'রোস্টিং' 'ক্যালসিনেশন' তথা তাপ-জারণ বা ভস্মীকরণ অর্থাৎ কার্বন বিজারণ পদ্ধতিই ছিল ধাতু নিষ্কাশনের একমাত্র উপায়। প্রাচীনকালে তামা, টিন, লোহা ও সীসা—এইভাবেই অঙ্গারের সঙ্গে পোড়াইয়া খনিজ আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশিত করা হইত। ভারতবর্ষ প্রাচীনকালেও ধাতুবিজ্ঞায় পারদর্শী ছিল। কোটিল্যের অর্থশাস্ত্রে ধাতুবিজ্ঞা সম্বন্ধে বিস্তৃত বিবরণ পাওয়া যায়। বর্তমানে ধাতু নিষ্কাশনের কয়েকটি প্রধান পদ্ধতি :

- (1) কার্বন বিজারণ বা কার্বন রিডাকশন পদ্ধতি (Carbon Reduction method) ,
- (2) স্বতঃবিজারণ বা সেল্ফ-রিডাকশন পদ্ধতি (Self-Reduction method) :
- (3) ভিড্রুইল্লেশন বা ইলেকট্রোলাইটিক বিয়োজন পদ্ধতি (Electrolytic Separation) ,
- (4) থার্মিট পদ্ধতি (Thermit Process) ,
- (5) সোডিয়াম বিজারণ পদ্ধতি (Sodium Reduction process) ,

1. কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি (Carbon Reduction Process)

(ক) অক্সাইড আকরিক হইতে : কার্বন তথা অঙ্গার একটি তীব্র বিজারক পদার্থ (reducing agent)। কোন কোন ধাতুব অক্সাইডের সঙ্গে কার্বন মিশ্রিত করিয়া সেই মিশ্রণ উচ্চ তাপে পোড়াইলে কার্বন ধাতুর অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া ধাতুতে পরিণত করে। এরূপ বিক্রিয়ায় কার্বন ধাতুর অক্সাইডের অক্সিজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায়। কার্বন ব্যবহার করা হয় কোক বা চারকোল তথা অঙ্গার রূপে। যথা :

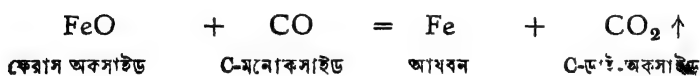
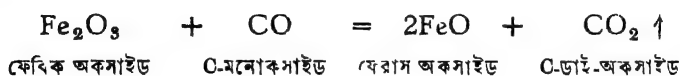
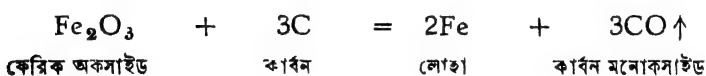


কার্বন জারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে (CO) পরিণত হয়। এই কার্বন মনোক্সাইডও বিজারকরূপে ধাতুর অক্সাইড বিজারিত করিয়া ধাতু নিষ্কাশিত করে। যথা :

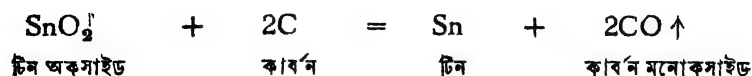
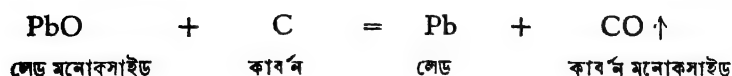
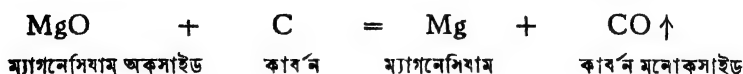
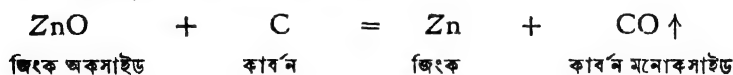


[*M যে-কোন ধাতুর প্রতীক চিহ্ন। কোন বিক্রিয়ায় গ্যাস তৈরী হইলে তাহা এরূপ উর্ধ্বমুখী কিলক (↑) চিহ্ন দ্বারা নির্দেশ করা যায়।]

কার্বন দ্বারা ধাতু অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া ধাতু নিষ্কাশনের পদ্ধতিকে বলা হয় কার্বন বিজারণ পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে প্রধানত লোহা, টিন জিংক ইত্যাদি ধাতু নিষ্কাশিত করা হয়। বর্তমানে ম্যাগনেসিয়াম ও সীসা ঐ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। লোহাব বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :

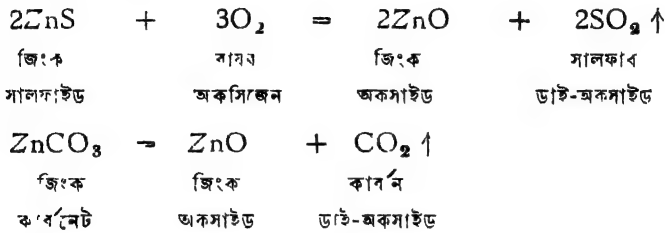


অন্যান্য ধাতু ক্ষেত্রে বিজারণ বিক্রিয়া :



(খ) সালফাইড বা কার্বনেট আকরিক হইতে : লোহা, টিন বা জিংকেব আকরিক সর্বত্র অক্সাইডরূপে পাওয়া যায় না, অনেকস্থানে সালফাইড বা কার্বনেট আকরিকরূপে পাওয়া যায়। এরূপ সালফাইড বা কার্বনেট আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশনের জন্ত ধাতুর আকরিক প্রথমে বায়ুতে ভস্মীভূত বা জারিত করিয়া উহাকে অক্সাইডে পরিণত করা হয় এবং সেই অক্সাইডকে পরে কার্বন দ্বারা বিজারিত করা হয়।

তাপ জারণ পদ্ধতি (Calcination or Roasting) : ধাতুর কার্বনেট, সালফাইড ইত্যাদি জাতীয় খনিজ আকরিক বায়ুতে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করিয়া অক্সাইডে পরিণত করার বৃহদায়তন পদ্ধতিকে বলা হয় ভস্মীকরণ বা তাপজারণ তথা 'ক্যালসিনেশন' বা 'রোস্টিং' (Calcination or Roasting)। যথা :



কার্বন-জারণ পদ্ধতিতে ধাতু নিষ্কাশন-ক্রিয়া সম্পূর্ণ কবা হয় পাঁচটি পর্ষায়ে। যথা :

(i) প্রথম পর্ষায়ে ধাতুর খনিজ আকরিক চূর্ণ কবা হয় (grinding of ore)।

(ii) দ্বিতীয় পর্ষায়ে আকরিকের মধ্যে কাঁকব, বালি ইত্যাদি রূপে যে ময়লা থাকে চুষক, সেন্ট্রিফিউজ বা তৈল-ভাসন পদ্ধতিতে তাহা দূর কবিয়া ধাতুর আকরিক পবিকৃত ও গাঢ় করা হয় (concentration of ore)।

(iii) তৃতীয় পর্ষায়ে ধাতুর আকরিক ভস্মীকরণ বা তাপ-জারণ পদ্ধতিতে অক্সাইডে পরিণত করা হয় (calcination or roasting)।

(iv) চতুর্থ পর্ষায়ে ধাতুর অক্সাইড হইতে কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে ধাতু নিষ্কাশিত কবা হয় (extraction by carbon reduction process) ; এবং (v) পঞ্চম পর্ষায়ে নিষ্কাশিত ধাতু পরিশোধিত করা হয় (purification)।

2. স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতি (Self-Reduction process)

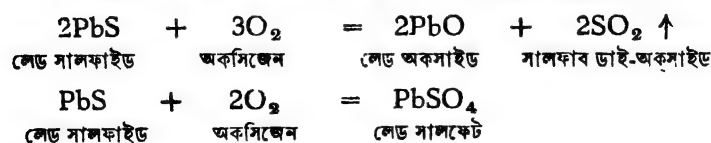
সাধারণত এই পদ্ধতিতে সালফাইড জাতীয় আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশিত করা হয়। এই পদ্ধতিতে বিজারক দ্রব্যরূপে আকরিকের সঙ্গে কার্বন মিশ্রিত করার প্রয়োজন হয় না।

প্রথমত ধাতুর সালফাইড আকরিক আংশিকভাবে তাপ-জারিত বা 'ভস্মীভূত' করা হয়। ইহাব ফলে ধাতুর সালফাইডের এক অংশ ধাতুর অক্সাইডে এবং অপব অংশ স্বল্প পরিমাণে সালফেট যৌগে পরিণত হয় এবং অবশিষ্ট অংশ সালফাইড যৌগরূপে অপবিবর্তিত থাকে। এরূপ প্রাথমিক ও আংশিক তাপ-জারণ বিক্রিয়ার ফলে এই যে অক্সাইড ও সালফেট যৌগ তৈরী হয়, তাহাই জারক দ্রব্যরূপে ধাতুর অপবিবর্তিত ও অবশিষ্ট সালফাইডকে জাবিত কবিয়ে ধাতুতে পরিণত করে।

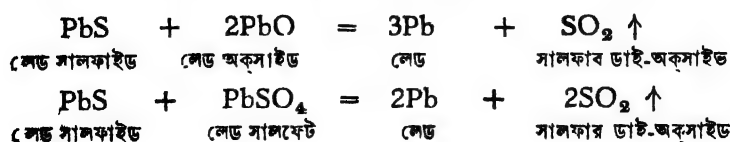
কোন ধাতুর সালফাইড যৌগকে তাপজারণ পদ্ধতিতে আংশিকভাবে অক্সাইড ও সালফেট যৌগরূপে জারিত করিয়া সেই ধাতব অক্সাইড ও সালফেটের সঙ্গে অবশিষ্ট সালফাইডের বিক্রিয়া ঘটাইয়া ধাতু নিষ্কাশনের পদ্ধতিকে বলা হয় স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতি (Self-reduction process)। কারণ, এরূপ পদ্ধতিতে কার্বনের গ্রাফ বাইরেব কোন আলাদা বিজারক দ্রব্য ব্যবহার করা প্রয়োজন হয় না,—মূল সালফাইড হইতে উদ্ধৃত ধাতব অক্সাইড ও সালফেটই জারকের কাজ কবে।

এরূপ বিক্রিয়ায় আকরিকের সালফার, সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায়। তামা ও সীসা তথা কপার ও লেড এই স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :

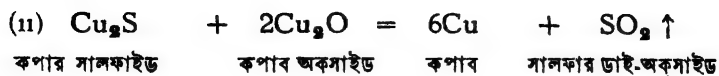
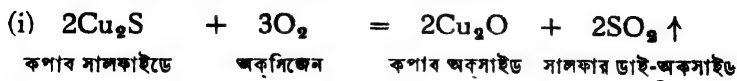
(i) প্রথম পর্যায়ে আংশিক তাপজারণ (Partial roasting) :



(ii) দ্বিতীয় পর্যায়ে স্বতঃবিজারণ (Self-Reduction) :



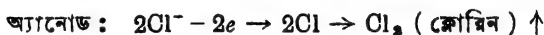
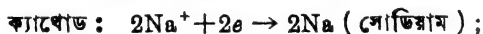
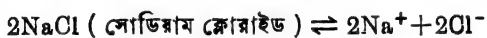
তামাও স্বতঃবিজারণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। যথা:



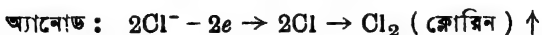
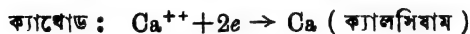
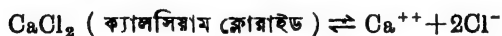
কোন ধাতুর বিগলিত লবণ (fused salt) অথবা ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণ (solution) তড়িদ্বিলেপনের ফলে লবণের ধাতব অংশ তথা পজেটিভ আয়ন বা ক্যাটায়ন নেগেটিভ তড়িদ্রাব বা ক্যাথোডে সঞ্চিত হয় এবং অধাতব অংশ তথা নেগেটিভ আয়ন বা অ্যানায়ন পজেটিভ তড়িদ্রাবে বা অ্যানোডে সঞ্চিত হয়। ক্যাটায়ন ক্যাথোডে ইলেকট্রন গ্রহণ কবিত্তা এবং অ্যানায়ন অ্যানোডে ইলেকট্রন বর্জন কবিত্তা তড়িদ্রবর্মহীন পবমাণুতে পরিণত হয়।

সাধাবণত: উচ্চতর পজেটিভধর্মী ধাতু সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ধাতুর বিগলিত লবণ (fused salt) তড়িদ্বিলেপন কবিত্তা এই সমস্ত ধাতু নিষ্কাশিত হয়। যথা :

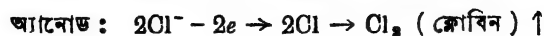
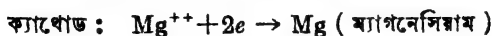
(i) সোডিয়াম (Na) : তড়িদ্বিযোজন ও ইলেকট্রোড বিক্রিয়া :



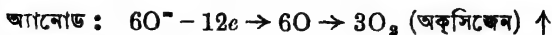
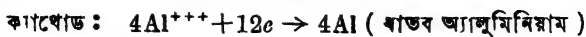
(ii) ক্যালসিয়াম (Ca) : তড়িদ্বিযোজন ও ইলেকট্রোড বিক্রিয়া :



(iii) ম্যাগনেসিয়াম (Mg) : তড়িদ্বিযোজন ও ইলেকট্রোড বিক্রিয়া :



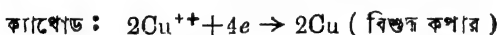
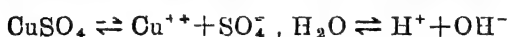
(iv) অ্যালুমিনিয়াম (Al) : তড়িদ্বিয়োজন ও ইলেকট্রোড বিক্রিয়া :



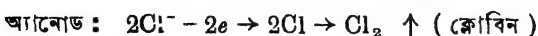
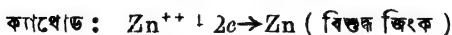
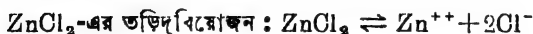
ধাতু-পরিশোধন (Refining or Purification of Metals) : সোনা, রূপা, নিকেল, তামা, জিংক, সীসা ইত্যাদি ধাতুর লবণের জলীয় দ্রবণের (salt solution) তড়িদ্বিলেপন কবিতা বিশুদ্ধ অবস্থায় এরূপ ধাতু নিষ্কাশিত করা যায়। কিন্তু ধাতু নিষ্কাশনের পদ্ধতিরূপে এবং ধাতু পরিশোধন বা বিশুদ্ধিকরণের উদ্দেশ্যেই প্রধানত তড়িদ্বিলেপন পদ্ধতি কার্যকরী করা হয়। সাধারণত যে ধাতু পরিশোধন করা হয় সেই ধাতুব একটি অপবিশুদ্ধ দণ্ড আনোডরূপে এবং ধাতুব একটি বিশুদ্ধ পাত ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত করা হয়। তড়িদ্বিলেপন পদার্থ বা ইলেকট্রোলাইটরূপে ব্যবহার করা হয় অ্যাসিড মিশ্রিত ধাতব লবণের জলীয় দ্রবণ।

কপার পরিশোধনের জন্য অপবিশুদ্ধ কপার আনোড, বিশুদ্ধ কপার-পাত ক্যাথোডরূপে এবং কপার সালফেট দ্রবণ তড়িদ্বিলেপনের জন্য ব্যবহার করা হয়।

কপার সালফেট ও জলের তড়িদ্বিয়োজন ও ইলেকট্রোড বিক্রিয়া :

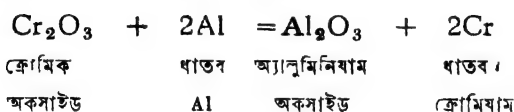


জিংক পরিশোধনের জন্য আনোডরূপে অশুদ্ধ জিংক (দস্তা), ক্যাথোড-রূপে বিশুদ্ধ জিংক-পাত এবং ইলেকট্রোলাইটরূপে জিংক ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়। যথা :



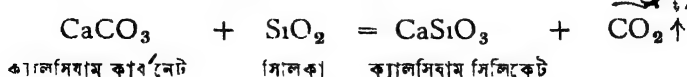
4. থারমিট পদ্ধতি (Thermit process) : অনেক ধাতুব অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত করা যায় না। কাবণ, এরূপ ক্ষেত্রে ধাতব কার্বাইড যৌগ গঠিত হয় (যথা : ক্যালসিয়াম কার্বাইড— CaC_2)। এরূপ ক্ষেত্রে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুকে বিজারক দ্রব্যরূপে ব্যবহার করা হয়। আবিষ্কারক বিজ্ঞানী

গোল্ডস্মিথের নাম অনুযায়ী অ্যালুমিনিয়ামকে বিজারক দ্রব্য বা রিডিউসিং এজেন্টরূপে ব্যবহার করিয়া আয়রন, ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি অক্সাইড জাতীয় আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশনের উপায়কে গোল্ডস্মিথের থার্মিট পদ্ধতি (Goldschmidt's Thermit process) বলা হয়। আয়রন, ম্যাঙ্গানিজ, ক্রোমিয়াম, ভ্যানেডিয়াম, টাইটেনিয়াম ইত্যাদি ধাতু ইহাদের অক্সাইড হইতে থার্মিট-পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। [বিবরণ আয়রন অধ্যায়ে দ্রষ্টব্য]



5 সোডিয়াম বিজারণ পদ্ধতি (Sodium-reduction process) :
স্কোরেনিয়াম ও টাইটেনিয়াম জাতীয় ধাতু-ক্লোরাইড যোগ উচ্চ তাপে সোডিয়াম দ্বারা বিজারিত করিয়া একপ ভাবী মৌলিক পদার্থ নিষ্কাশিত করা যায়।

বিগালক ও ধাতুমন (Flux and slag) : ধাতু নিষ্কাশন প্রক্রিয়ায় ধাতব আকরিকের সঙ্গে মিশ্রিত অবশিষ্ট ময়লা (impurities) রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিগলিত করিয়া অল্প যৌগরূপে অপসারণের উদ্দেশ্যে যে-সমস্ত বিকারক দ্রব্য ব্যবহার করা হয় তাহাদের বলা হয় বিগালক বা ফ্লাক্স এবং অপসারিত ময়লা সহ বিগলিত বস্তুরূপে যাহা অপসারিত হয় তাহাকে বলা হয় ধাতুমন বা স্লাগ।
[ধাতুমন = বিকৃত বিগালক + আকরিকের ময়লা।] লোহাব অক্সাইড-জাতীয় আকরিকের (ore) সঙ্গে সিলিকা বা বালু মিশ্রিত থাকে। লোহা নিষ্কাশনের বিজারণ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে আকরিকের সঙ্গে বিগালকরূপে চুন-পাথর (lime stone) মিশাইয়া ক্যালসিয়াম সিলিকেট রূপে একপ সিলিকা জাতীয় ময়লা অপসারিত করা হয়। যথা :



ধাতু নিষ্কাশনের চুল্লী : ধাতু নিষ্কাশনে বিক্রিয়ার বিভিন্ন প্রণালী অনুযায়ী বিভিন্ন ধরনের চুল্লী ব্যবহার করা হয়। একপ চুল্লীগুলি মাক্‌চুল্লী (Blast furnace), পরাবর্ত চুল্লী (Reverberatory furnace), সংবর্ত চুল্লী (Muffle furnace), বৈদ্যুতিক চুল্লী (Electric furnace) ইত্যাদি

নামে পরিচিত। [প্রয়োজনীয় ধাতু নিষ্কাশনের ক্ষেত্রে যথাসম্ভব সংক্ষেপে এরূপ চুল্লীর বর্ণনা দেওয়া হইয়াছে। বিস্তৃত বর্ণনা পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত নয়।]

ধাতুর সাধারণ ধর্ম

(Common Properties of Metals)

প্রত্যেক ধাতুর নিজস্ব কতগুলি বিশেষ ধর্ম আছে, আবার কতগুলি সাধারণ ধর্মও আছে। বিভিন্ন ধাতুর সাধারণ ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মগুলি সংক্ষেপে অনুরূপ :

ভৌতধর্ম (Physical properties) : (i) ধাতু দেখিতে চকচকে বা উজ্জ্বল। (ii) ধাতুকে আঘাত করিলে এক প্রকার বিশেষ ধাতব শব্দ হয়। (iii) নমনীয়তা ও সম্প্রসাধনশীলতা গুণের জন্য ধাতুর পাত ও তার তৈরী করা যায়। কিন্তু অ্যান্টিমনি ও বিসমাথ ভঙ্গুর এবং পাবদ তবল। (iv) পাবদ স্বল্প মাত্রায় কিন্তু অল্প সব ধাতু তাপ ও তড়িতির উত্তম পরিবাহী। (v) ধাতুব ঘনত্ব বেশী। কিন্তু সোডিয়াম ও পটাসিয়াম জলের চেয়ে হালকা এবং ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের ঘনত্ব অল্প ধাতুর তুলনায় কম। (vi) পাবদ ব্যতীত অল্প সব ধাতুর গলনাংক ও স্ফুটনাংক অ-ধাতুর চেয়ে অনেক বেশি। (vii) বিভিন্ন ধাতু একত্র গলাইয়া মিশ্র বা সংকর ধাতু (alloy) তৈরী করা যায়। ধাতুর ভৌত ধর্মের একটি তালিকা দেওয়া হইল।

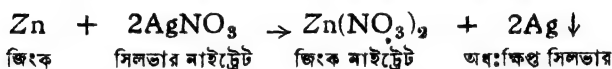
ধাতু	উজ্জ্বল্য	তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবহণ	ঘনত্ব	গলনাংক	স্ফুটনাংক
পটাসিয়াম	রূপালী	উত্তম পরিবাহী	0.86	62°C	757°C
সোডিয়াম	"	"	0.97	98°C	1107°C
অ্যালুমিনিয়াম	"	"	2.7	660°C	1800°C
জিংক	"	"	7.1	419°C	913°C
অস্বরন	ধূসর	মধ্যম পরিবাহী	7.9	1527°C	3235°C
টিন	রূপালী	"	7.3	232°C	2270°C
লেড	"	"	11.4	327°C	1755°C
মার্কারি	"	অধম পরিবাহী	13.6	*	357°C
সিলভার	"	সর্বোত্তম পরিবাহী	10.5	960°C	2152°C
কপাশ	লাল	উত্তম পরিবাহী	8.9	1083°C	2310°C

* মার্কারি -88.9°C তাপাংকে কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়।

ধাতুর তড়িৎ রাসায়নিক সারি

(Electro-chemical or Electro-motive series of Metals)

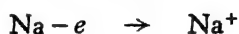
কপার সালফেট দ্রবণে একটি লোহা পাত ডুবাইলে দ্রবণ হুইতে কপার অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং লোহা দ্রবণের মধ্যে দ্রবীভূত হইয়া যায়। এই অধঃক্ষিপ্ত তামা লোহার পাতে আন্তরণ বা সর ফেলে। অল্পরূপভাবে সিলিভার নাইট্রেট দ্রবণে একটি জিংক দণ্ড ডুবাইলে দ্রবণের মধ্যে জিংক দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং সিলভার অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই অধঃক্ষিপ্ত সিলভার জিংক দণ্ডের উপরে সর বা আন্তরণ ফেলে। যথা :



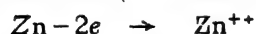
পক্ষান্তরে ফেরাস সালফেট দ্রবণে কপার দণ্ড ডুবাইলে অথবা জিংক নাইট্রেট দ্রবণে সিলভার পাত ডুবাইলে কোন বিক্রিয়া ঘটে না অর্থাৎ আয়রন বা জিংক অধঃক্ষিপ্ত হয় না। ইহাৎ কারণ কি ?

ধাতুর তড়িৎধর্ম (Electro-chemical character of Metals) :

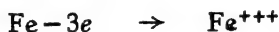
প্রশ্ন বা নিউট্রাল ধাতব পবমাণু ইলেকট্রন বর্জন করিয়া আয়নে রূপান্তরিত হইলে পজেটিভ আয়ন গঠন করে। তাই, ধাতুমাঝেই আয়নরূপে ক্যাটায়ন বা পজেটিভ আয়নে রূপান্তরিত হয়। যথা :



সোডিয়াম পবমাণু পজেটিভ সোডিয়াম আয়ন



জিংক পবমাণু পজেটিভ জিংক আয়ন



আয়রন পবমাণু পজেটিভ ফেরিক আয়ন

ধাতু একপ পজেটিভ আয়ন গঠন কবে বলিয়া ধাতুমাঝেই পজেটিভ তড়িৎ-ধর্মী বা ইলেকট্রো-পজেটিভ (Electro-positive), কিন্তু সমস্ত ধাতুর পজেটিভ তড়িৎধর্মের মাত্রা সমান নয়। দেখা যায়, কোন কোন ধাতুব ইলেকট্রন বর্জনের আগ্রহ তথা আয়ন গঠনের প্রবণতা (tendency) বেশি, পক্ষান্তরে কোন কোন ধাতুর কম। কোন ধাতব লবণ দ্রবণে যদি ধাতু-দণ্ড ডুবান যায় তাহা হইলে প্রশ্ন ধাতু ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া পজেটিভ আয়নে পরিণত হয়।

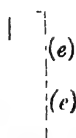
যেমন, কপার সালফেট দ্রবণে কপার, জিংক ক্লোরাইড দ্রবণে জিংক বা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণে সিলভার দণ্ড ডুবাইলে যথাক্রমে পজ্জটিভ কপার আয়ন (Cu^{++}), জিংক আয়ন (Zn^{++}) এবং সিলভার আয়ন (Ag^+) গঠিত হয়। কিন্তু একপ বিভিন্ন ধাতুর ইলেকট্রন বর্জনের আগ্রহ বা আয়ন গঠনের প্রবণতা সমান নয়। বিভিন্ন ধাতুর একপ আয়ন গঠনের প্রবণতার মাত্রা নির্ণয় করা যায়।

[ধাতব লবণের সংস্পর্শে ধাতু দণ্ড ইলেকট্রন বর্জন করিয়া পজ্জটিভ আয়নে পরিণত হয়। এই পজ্জটিভ আয়ন দ্রবণে দ্রবীভূত হয় এবং ধাতু-দণ্ডে নেগেটিভ তড়িৎ কণাবাহী ইলেকট্রন থাকিয়া যায়। ধাতব পজ্জটিভ আয়ন ধাতব লবণে দ্রবীভূত হওয়ার দ্রবণে পজ্জটিভ চার্জ উদ্ভূত হয়। অপব পক্ষে ধাতব দণ্ডের গায়ে ইলেকট্রন সঞ্চিত হওয়ার ফলে ধাতুর মধ্যে নেগেটিভ চার্জ উদ্ভূত হয়। এই বিপরীতধর্মী পজ্জটিভ ও নেগেটিভ চার্জের ব্যবধানে বা বৈষম্যে ধাতব দণ্ড ও দ্রবণের মধ্যে তড়িৎ-বিশ্তবের (electrode-potential) উদ্ভব ঘটে। এরূপ তড়িৎ-বিশ্তবকে বলা হয় তড়িৎদ্বারের তড়িৎ-বিশ্তব বা ইলেকট্রোড পোটেনশিয়াল (Electrode potential)। একটি উদাহরণ বিস্তারিত দেখা যায় :

(i) কপার দণ্ড কপার সালফেট দ্রবণে স্থাপনের পূর্বে :

<p>কপার পবমাণু (Cu)</p> <p>প্রশ্মিত কাবণ ইতাব</p> <p>পজ্জটিভ, চার্জ (-)</p> <p>==নেগেটিভ চার্জ (-)</p> <p>Cu ধাতু</p>	<p>$\text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^-$</p> <p>বিশ্বোজিত কপার সালফেট দ্রবণ</p> <p>প্রশ্মিত কাবণ কপার আয়নের</p> <p>পজ্জটিভ চার্জ (+) = 2, সালফেট</p> <p>আয়নের নেগেটিভ চার্জ (-) = 2.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

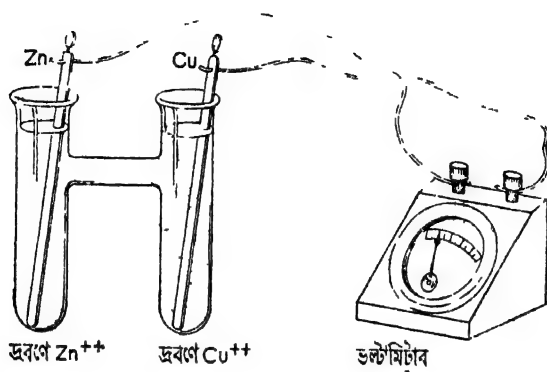
(ii) কপার দণ্ড কপার সালফেট দ্রবণে স্থাপনের পবে একটি কপার পবমাণু কপার আয়নে পরিণত হয় এবং কপার সালফেট দ্রবণে মিশিয়া যায়। যথা :



কপারের দণ্ডে দুইটি ইলেকট্রন সঞ্চিত হয় তাই দণ্ডে নেগেটিভ চার্জ $[2(-)]$ উদ্ভূত হয়।

$\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}^{++} + \text{SO}_4^-$ কপার সালফেট দ্রবণে অতিবিক্র এষ্ট কপার আয়ন (Cu^{++}) মিশ্রিত হওয়ার দ্রবণে দুই মাত্রা পজ্জটিভ চার্জ $[2(+)]$ রক্ষি পায়।

ধাতব দণ্ড ও ধাতব লবণের দ্রবণের মধ্যে একপ বিপরীতধর্মী তড়িৎের বৈষম্যের ফলে তড়িদ-বিভব বা ইলেকট্রোড পোটেনসিয়েলের (Electrode potential)

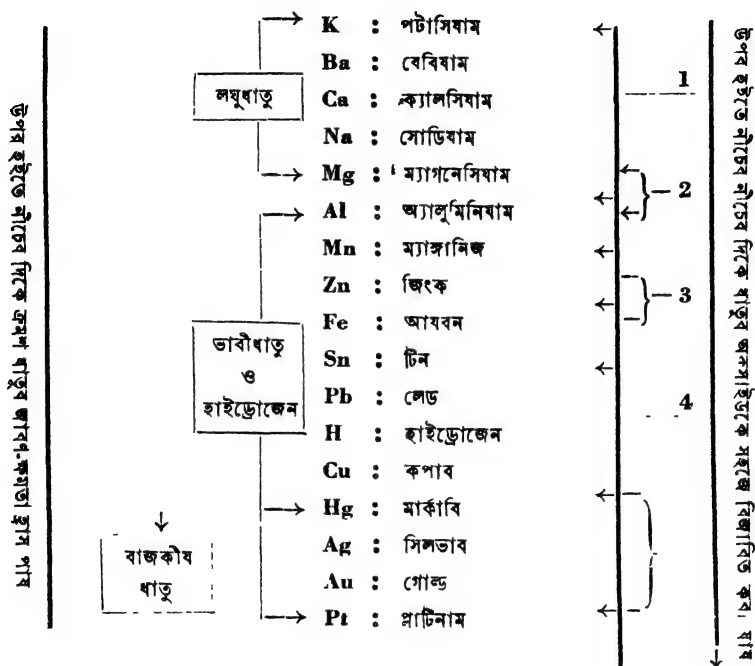


তড়িৎ-বৈষম্যের জন্য ইলেকট্রিক পোটেনসিয়াল সৃষ্টি

সৃষ্টি হয়। বিভিন্ন ধাতুর একপ তড়িদ্বারের তড়িৎ বিভবের মাত্রা (Electrode potential) নির্ণয় করিয়া বিভিন্ন ধাতুর পজেটিভ তড়িদধর্ম বা ইলেকট্রো-পজেটিভ তড়িদধর্মের মাত্রা নির্দেশ করা হয়।]*

তড়িৎ-রাসায়নিক সারি (Electro-chemical series) : বিভিন্ন ধাতুর তড়িদধর্মের অর্থাৎ আয়ন গঠনের ক্ষমতা বা ইলেকট্রোমটিভ ফোর্সের (E. M. F.) ক্রমমাত্রা অনুযায়ী উচ্চতম পজেটিভ তড়িদধর্মী ধাতু হইতে নিম্নতম পজেটিভ তড়িদধর্মী ধাতুসমূহ উপরে-নীচে পর-পর সাজাইলে ধাতুসমূহের যে সারি বা সিরিজ (series) গঠিত হয় তাহাকে বলা হয় ধাতুর তড়িৎ-রাসায়নিক বা আয়ন গঠনাগ্রাহী সারি (Electro-chemical or Electro-motive series)। [পব পৃষ্ঠা ৯ তড়িৎ-রাসায়নিক সাবিত্তে শুধু কয়েকটি পরিচিত ধাতুকে দেখানো হইয়াছে]।

তড়িৎ-রাসায়নিক সারি (Electro-chemical series)



তড়িৎ-রাসায়নিক সারির গুরুত্ব (Importance of Electro-chemical series) : (i) সারিবদ্ধ ধাতব মৌলগুলির ক্ষেত্রে নিম্নতর স্থান হইতে উচ্চতর স্থানে অবস্থিত মৌলের ইলেকট্রো-পজিটিভ তড়িৎ-ধর্ম বৃদ্ধি পায় বলিয়া পরপর ইহাদের ইলেকট্রন বর্জন তথা আয়ন গঠনেব প্রবণতাও বেশি। (ii) উচ্চতর স্থানে অবস্থিত ধাতু কর্তৃক গঠিত যৌগের স্থায়িত্ব অধিকতর। (iii) সারির উচ্চতর স্থানে অবস্থিত ধাতু নিম্নতর স্থানের ধাতুকে ইহাদের যোগ হইতে প্রতিস্থাপনে সক্ষম। (vi) উচ্চতর স্থানে অবস্থিত ধাতব মৌলের ইলেকট্রো-পজিটিভ ধর্ম অধিকতর বলিয়া ইহার ইলেকট্রো-নেগেটিভ মৌলের প্রতি প্রবলতর আকর্ষণ বোধ কবে এবং তীব্র ইলেকট্রো-পজিটিভ মৌল ও তীব্র ইলেকট্রো-নেগেটিভ মৌলের সংযোগে গঠিত যৌগের স্থায়িত্ব খুব বেশি হয়। এরূপ যৌগ তীব্র ইলেকট্রোলাইট বা বিশ্লেষ্য

পদার্থ বলিয়া ইহাদের তড়িৎ-বিশ্লেষণ ক্ষমতাও বেশি।^{*} (v) সারির উচ্চতর স্থানের ধাতব মৌলগুলির অক্সাইড প্রকৃতিতে তীব্র ক্ষারকীয় (basic)।

তড়িৎ-রাসায়নিক সারি বিভিন্ন ধাতব মৌল ও ইহাদের যৌগেব প্রকৃতি ও ধর্মের পরিচয় দানে বিশেষ সাহায্য করে। কোন ধাতব মৌল কিরূপ সক্রিয়, ইহাদের যৌগের স্থায়িত্ব কিরূপ, ইহাদের যৌগ ইলেকট্রোলাইট কিনা এবং তড়িদ বিশ্লেষণ হইলে ইহাদের তড়িৎ-বিশ্লেষণ ক্ষমতা কিরূপ, কোন্ কোন্ ধাতু অ্যাসিড হইতে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপনে সক্ষম, ধাতব যৌগ হইতে কোন্ মৌল অপর কোন্ ধাতব মৌল দ্বারা অপসারিত হয়, কোন্ পদ্ধতি অবলম্বনে ধাতব আকরিক হইতে সহজে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, কোন ধাতুর জারণ বা বিজারণ ক্ষমতা কিরূপ,—বিভিন্ন ধাতব মৌলের ধর্ম সম্বন্ধে তড়িৎ-রাসায়নিক সারির সাহায্যে সুস্পষ্ট ধারণা করা যায়।

তড়িৎ-রাসায়নিক সারি ও ধাতুর রাসায়নিক ধর্ম

Electro-chemical series and general properties of metals

তড়িৎ-রাসায়নিক তালিকায় ধাতুর স্থান নির্ণয় কবিয়া সাধারণভাবে বিভিন্ন ধাতুর রাসায়নিক ধর্মের নির্দেশ করা সম্ভব। সারির উচ্চতম স্থানের ধাতুগুলি বিশেষ সক্রিয় এবং নিম্নতম স্থানের ধাতুগুলির সক্রিয়তা খুব কম। **ধাতুর সক্রিয়তা** (Chemical reactivity) সারির উপর হইতে নিচের দিকে অবস্থিত ধাতুর ক্ষেত্রে ক্রমশ হ্রাস পায়। ধাতুর উপরে বায়ু, জল, অ্যাসিড ইত্যাদির বিক্রিয়ার ক্ষমতা বা রাসায়নিক সক্রিয়তাও উপর হইতে নিচের দিকে ক্রমশ হ্রাস পায়। বস্তুত, সারির সর্বোচ্চ স্থানে অবস্থিত পটাসিয়াম, সোডিয়াম ইত্যাদি অ্যালকালী বা ক্ষারীয় ধাতুগুলি সবচেয়ে সক্রিয়। পক্ষান্তরে সারির সর্বনিম্ন স্থানে অবস্থিত সোনা, রূপা, প্লাটিনাম ইত্যাদি ‘নোবেল মেটাল’ (noble metal) বা রাজকীয় ধাতুগুলি সবচেয়ে নিষ্ক্রিয়। ধাতব মৌলের ধর্ম নির্ণয়ে সারির গুরুত্বের কয়েকটি উদাহরণ :

1. প্রকৃতিতে ধাতুর প্রাপ্তি (Occurrence in nature) :

(i) সারিব উচ্চস্থানে অবস্থিত ধাতুগুলি খুব সক্রিয় ও ইলেকট্রো-পজেটিভ বলিয়া অধিক সহজে ইলেকট্রো-নেগেটিভ মৌল বা মূলকেব সঙ্গে স্থায়ী যৌগ গঠন করে। তাই প্রকৃতিতে উচ্চস্থানের মৌল সমূহ মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায় না। ইহারা স্থায়ী যৌগ গঠন করে বলিয়া কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে (ম্যাগনে-সিয়াম ছাড়া) ইহাদেব নিষ্কাশিত করা যায় না। ইহাদেব যৌগগুলি তীব্র ইলেকট্রোলাইট (electrolyte) বলিয়া একরূপ ধাতু সমূহ তড়িৎ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত করা হয়। একরূপ মৌলের তালিকা :

পটাসিয়াম :	K
বেবিয়াম :	Ba
ক্যালসিয়াম :	Ca
সোডিয়াম :	Na
ম্যাগনেসিয়াম :	Mg
অ্যালুমিনিয়াম :	Al

প্রকৃতিতে এই ধাতুগুলি মৌল অবস্থায় পাওয়া যায় না, পাওয়া যায় স্থায়ী যৌগিক অবস্থায়। বিজারণ পদ্ধতিতে ইহাদেব নিষ্কাশিত করা যায় না, একরূপ ধাতু নিষ্কাশিত করা হয় তড়িৎবিশ্লেষণ পদ্ধতিতে।

(ii) যে সমস্ত ধাতু সক্রিয়তা তথা ইলেকট্রো-পজেটিভ ধর্ম ক্ষারীয় বা ক্ষারীয় মৃত্তিকা (alkaline or alkali earth metal) ধাতুর চেয়ে অপেক্ষাকৃত কম সেই সমস্ত ধাতু প্রকৃতিতে প্রধানত অক্সাইড, সালফাইড এবং কার্বনেট রূপে পাওয়া যায়। একরূপ যৌগে সংযোগী মৌলেব পাবম্পবিক আসক্তি খুব প্রবল নয় বলিয়া বিজারণ পদ্ধতিতে (reduction process) ইহাদেব নিষ্কাশিত করা যায়। ক্রমানুসারে একরূপ দ্বিতীয় শ্রেণীর ধাতুর তালিকা :

জিংক :	Zn
আয়রন :	Fe
টিন ,	Sn
লেড :	Pb
কপা :	Cu

মৌলরূপে প্রকৃতিতে ইহাদেব পাওয়া যায় না,—পাওয়া যায় প্রধানত অক্সাইড বা সালফাইড যৌগ রূপে। কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে ইহাদের নিষ্কাশিত করা যায়। লেড কপা স্বতঃ-বিজারণ (self-reduction) পদ্ধতিতেও নিষ্কাশন করা হয়।

(111) তড়িৎ-রাসায়নিক সারির সর্বনিম্ন স্থানে অবস্থিত ধাতুগুলির সক্রিয়তা তথা ইলেকট্রো-পজ্জেক্টিভ ধর্ম খুব কম বলিয়া প্রকৃতিতে ইহাদের মৌল অবস্থায় পাওয়া যায়। ইহাদের প্রাকৃতিক যৌগেব গঠন-শিথিল বলিয়া সহজেই ইহাদের বিজ্ঞাবিত করা যায়। ক্রমানুসারে এরূপ ধাতুর তালিকা :

কপার	: Cu
মার্কাবে	: Hg
সিলভার	: Ag
গোল্ড	: Au
প্লাটিনাম	: Pt

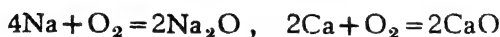
প্রকৃতিতে ইহাদের মৌলবস্থায় পাওয়া যায়। ইহাদের যৌগেব গঠন শিথিল। তাই এরূপ ধাতুর নিষ্কাশন সহজসাধ্য।

2 ধাতুর উপর বায়ুর বিক্রিয়া (Action of air) (1) তড়িৎ-

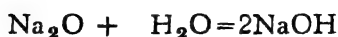
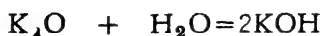
পটাসিয়াম	: K
বেরিয়াম	: Ba
ক্যালসিয়াম	: Ca
সোডিয়াম	: Na

বাসায়নিক সারির উচ্চতম স্থানে অবস্থিত এই হালকা ও তীব্র ইলেকট্রো-পজ্জেক্টিভ ধাতুগুলি বায়ুর সঙ্গে স্বাভাবিক তাপে বিক্রিয়া ঘটাইয়া বিশেষ স্থায়ী অক্সাইড গঠন করে।

বায়ুতে দ্রুত বিক্রিয়াব ফলে ইহাদের উপরে অক্সাইডের একটি আবৃত্তবণ পড়ে বলিয়া শুষ্ক বায়ুতে বাস্তব ক্ষেত্রে ইহাদের বিক্রিয়া স্বল্প হইয়াই বন্ধ হইয়া যায়। তাই, ইহাদের বিক্রিয়াব জন্য আর্দ্র বায়ুর প্রয়োজন। বিক্রিয়া :



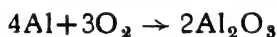
(11) বিজ্ঞাবণ পদ্ধতিতে কার্বন, হাইড্রোজেন বা কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা ইহাদের অক্সাইড হইতে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না। ইহাদের যৌগ হইতে ধাতু নিষ্কাশন করা হয় তড়িৎ-বিচ্ছেদ পদ্ধতিতে। লঘু ধাতুর অক্সাইড জলের সঙ্গে দ্রবণীয় হাইড্রোক্সাইড গঠন করে এবং এরূপ ধাতব হাইড্রোক্সাইড ক্ষাবধর্মী (alkali)।



(iii) অপেক্ষাকৃত মধ্যবর্তীস্থানের কম সক্রিয় ম্যাগনেসিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ও জিংকের সঙ্গে বায়ুৰ বিক্রিয়া খুব ধীবে ধীরে ও সামান্যভাবে

ম্যাগনেসিয়াম	• Mg	ঘটে। তাপের প্রভাবে অক্সাইড গঠন
অ্যালুমিনিয়াম	Al	অবাস্তিত হয়। একপ ধাতুৰ অক্সাইড স্থায়ী।
ম্যাঙ্গানিজ	• Mn	ইহাদেব সাধাবণত হাইড্রোজেন বা কার্বন
জিংক	: Zn	দ্বাৰা বিজ্জাবিত করা যায় না, কিন্তু কার্বন

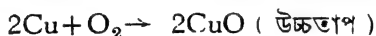
মনোক্সাইড বা সোডিয়াম দ্বাৰা বিজ্জাবিত করা যায়। ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম যোগ হইতে ধাতু নিষ্কাশন করা হয় প্রধানত তড়িদ-বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে। ইহাদের হাইড্রোক্সাইড অম্লবর্ণীয় বলিয়া ক্ষাবধৰ্মী নয়, ক্ষারকীয় ধৰ্মী।



(iv) অপেক্ষাকৃত নিম্নতর স্থানের কম ইলেকট্রো-পজেটিভ ভারী ধাতু

আয়ৰন	Fe	(Heavy metals) আয়ৰন, টিন, লেড
টিন	, Sn	ইত্যাদি ধাতু অক্সিজেনেব সঙ্গে সহজে
লেড	: Pb	বিক্রিয়া ঘটাইতে সক্ষম হয় না। ইহাদেব
কপাৰ	Cu	অক্সাইড গঠনেব জন্য উচ্চতাপ প্রয়োজন।

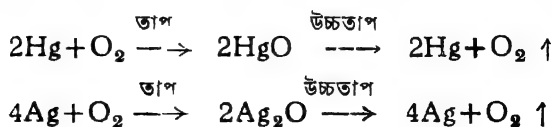
একপ ধাতুর অক্সাইড কার্বন, কার্বন মনোক্সাইড বা হাইড্রোজেন দ্বাৰা বিজ্জাবিত কবিয়া ধাতু নিষ্কাশিত করা যায়। কাবণ, একপ ধাতুৰ অক্সাইড অপেক্ষাকৃত কম স্ফূট। একপ ধাতুৰ হাইড্রোক্সাইড অম্লবর্ণীয়।



(v) সাবিন নিম্নতম স্থানে অবস্থিত সবচেয়ে কম ইলেকট্রো-পজেটিভ

মার্কাৰী	• Hg	বাজকীয় ধাতু বা নোবেল মেটাল মার্কাৰী
সিলভাৰ	Ag	সিলভাৰ, গোল্ড ও প্লাটিনাম (মার্কাৰী
গোল্ড	Au	ব্যতীত) প্রত্যক্ষভাবে অক্সিজেনেব সঙ্গে
প্লাটিনাম	Pt	বিক্রিয়া ঘটাইয়া অক্সাইড গঠনে অক্ষম।

ইহাদেব ক্লোরাইড বা অন্যান্য যোগ উত্তপ্ত কবিয়া অক্সাইড গঠন করা যায়। উচ্চতাপে একপ অক্সাইড ভাঙ্গিয়া মৌলে পবিণত হয়। কাবণ, ইহাদের গঠন খুব শিথিল।

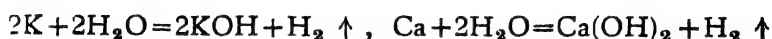


3. ধাতুর উপর জলের বিক্রিয়া (Action of water) : (i) সাবির

পটাসিয়াম	: K
বেরিয়াম	: Ba
ক্যালসিয়াম	: Ca
সোডিয়াম	: Na
ম্যাগনেসিয়াম	, Mg

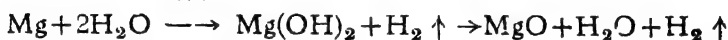
উচ্চস্থানের এই ক্ষারীয় এবং অনেকাংশে ক্ষারকীয় ধাতুগুলি জলেব সঙ্গে তীব্রভাবে বিক্রিয়া ঘটাইয়া দ্রবণীয় হাইড্রোকসাইড বা ক্ষাব এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। পটাসিয়ামেব বিক্রিয়া এত তীব্রভাবে ঘটে

যে ইহা জলেব সংস্পর্শে জলিয়া ওঠে।



(ii) ম্যাগনেসিয়ামও জলেব সঙ্গে স্বাভাবিক তাপেই বিক্রিয়া ঘটায় বিক্রিয়াব উৎপন্ন ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোকসাইড $[Mg(OH)_2]$ জলে দ্রবণীয় বলিয়া ধাতুব উপরে প্রলেপ রূপে সঞ্চিত হইয়া অতিরিক্ত বিক্রিয়া বন্ধ করিয়া দেয়। উত্তাপে জলেব সঙ্গে ম্যাগনেসিয়ামেব বিক্রিয়া ঘটে।

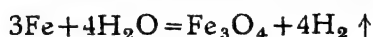
তাপ



অ্যালুমিনিয়াম	Al
ম্যাঙ্গানিজ	Mn
জিংক	Zn
আয়রন	Fe
টিন	Sn
লেড	Pb

(iii) সাবির মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থিত ভাবী ধাতু শ্রেণীভুক্ত এই ধাতুগুলি উচ্চতাপে বাষ্পের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন ও অদ্রবণীয় অকসাইড বা হাইড্রকসাইড গঠন করে। অনেক ক্ষেত্রে একরূপ অকসাইড বা হাইড্রকসাইড ধাতুর

উপরে প্রলেপ ফেলিয়া ধাতুকে বক্ষা করে বলিয়া বাষ্পের বিক্রিয়া খুব ধীবে গাবে ঘটিয়া থাকে।



কপার	: Cu
মারকাবি	: Hg
সিলভার	: Ag
গোল্ড	: Au
প্লাটিনাম	: Pt

(iv) হাইড্রোজেনের নিচে অবস্থিত এই অতি ভাবী নিষ্ক্রিয় ধাতুগুলি উচ্চ তাপেও বাষ্পের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে পারে না। একরূপ মৌলের পরমাণুর আয়তন খুব কম বলিয়া ইহাবা নিষ্ক্রিয়।

4. ধাতুর সঙ্গে অ্যাসিডের বিক্রিয়া (Action of acid on metals) : ভটিং-রাসায়নিক তালিকায় অবস্থিত হাইড্রোজেনের

K	
Ba	1
Ca	
Na	
Mg	
Al	2
Mn	
Zn	
Fe	
Sn	
H	
Cu	3
Hg	
Ag	
Au	
Pt	

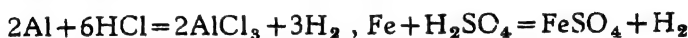
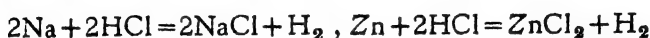
উপর অবস্থিত সমস্ত ধাতু লঘু অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন অপসারিত তথা উৎপন্ন করিতে পারে। কিন্তু হাইড্রোজেনের নিচে অবস্থিত কপার, সিলভার, গোল্ড ইত্যাদি ধাতু অ্যাসিডের সঙ্গে একপ বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম। হাইড্রোজেনের নিচে অবস্থিত ধাতু লবণ হইতে হাইড্রোজেনের পক্ষে এই সব ধাতু প্রতিস্থাপিত করা উচিত। কিন্তু সাধারণত ইহা ঘটে না। প্যালাডিয়াম বা প্লাটিনাম দ্বারা

হাইড্রোজেন শোষণ করিয়া বা উচ্চ চাপে অনেক ক্ষেত্রে একপ বিক্রিয়া ঘটান সম্ভব।

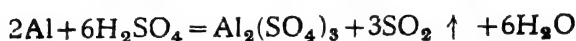
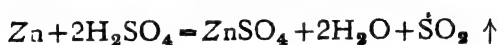
পটাসিয়াম, সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ক্ষাবধর্মী বা অনেকাংশে ক্ষাবধর্মী ধাতুগুলি বিস্ফোবণের আকারে অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। মধ্যম-ভারী ধাতু অ্যালুমিনিয়াম, জিংক, আয়রন ইত্যাদি ধাতু বিক্রিয়ায় গঠিত লবণ যদি ধাতুর উপরে আচ্ছাদক (protective) প্রলেপ না ফেলে তবে একপ বিক্রিয়া তীব্র বেগে অনুষ্ঠিত হয়। ধাতু ও অ্যাসিডের একপ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

ধাতুর উপরে অ্যাসিডের বিক্রিয়া (ক) অ্যাসিডের তীব্রতা, (খ) অ্যাসিডের ঘনত্ব (গ) বিক্রিয়াব তাপ (ঘ) ধাতুর বিস্তৃতা এবং (ঙ) অন্ত্র ধাতুর সংযোগের উপরে নির্ভর করে। মৃদু (weak) কার্বনিক অ্যাসিডের (H_2CO_3) বা অ্যাসিটিক অ্যাসিড (CH_3COOH) খুব ধীরে ধীরে ধাতুর উপরে বিক্রিয়া ঘটায়। একপ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন ধাতব লবণের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে এবং অনেক ক্ষেত্রে অদ্রবণীয় লবণ বা যৌগ ধাতুর উপরে আচ্ছাদক প্রলেপ ফেলিয়া অ্যাসিডের ক্রিয়া বন্ধ করিয়া দেয়। বিশেষ ঘন (concentrated) অ্যাসিডের সঙ্গে ধাতুর বিক্রিয়া ঘটে না অথবা খুব ধীরে ধীরে ঘটে, কারণ ধাতুর উপরে উৎপন্ন লবণ বা অক্সাইডের আচ্ছাদক প্রলেপ পড়ে। উত্তপ্ত ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড বা নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোনা বা প্লাটিনাম ব্যতীত অত্যন্ত ভারী ধাতু সালফার ডাই-অক্সাইড বা নাইট্রোজেন অক্সাইড

(SO₂ বা NO₂, NO) গঠন করে। উত্তাপে অ্যাসিডের উপরে ধাতুর বিক্রিয়া বৃদ্ধি পায়। লোহা বা সীসার উপরে শীতল ও ঘন অ্যাসিডের বিক্রিয়া নাই, কিন্তু উত্তপ্ত অ্যাসিডে বিক্রিয়া ঘটে। বিশুদ্ধ ধাতু অনেক ক্ষেত্রে অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে সক্ষম। বিশুদ্ধ জিংক সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম। ধাতুর সঙ্গে যদি কার্বন বা নিম্নতর স্থানের অল্প কোন ধাতু যুক্ত থাকে (জিংক কপার কাপল) তবে অ্যাসিডের বিক্রিয়া তীব্রবেগে অগ্রগতি হয়। ধাতু ও অ্যাসিডের বিক্রিয়া :



তাপ প্রয়োগ বিক্রিয়া (Action of hot acid) :



5. ধাতুদ্বারা ধাতু প্রতিস্থাপন (Displacement of a metal) :

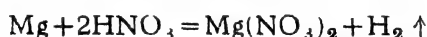
তড়িৎ বায়নিক সারির ক্রম (order) অনুযায়ী উচ্চতর স্থানে অবস্থিত ধাতুগুলি নিম্নতর স্থানে অবস্থিত ধাতু হইতে অপেক্ষাকৃত অধিকতর পজেটিভ তড়িৎধর্মী (more electro-positive)। উচ্চতর পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতু-গুলির ইলেকট্রন বর্জনেব আগ্রহ বা আয়ন গঠনেব প্রবণতা নিম্নতর পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতু হইতে অধিকতর। তাই, তড়িৎ-রাসায়নিক সারির ক্রম অনুযায়ী উচ্চতর স্থানে অবস্থিত অধিকতর পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতু নিম্নতর স্থানের অপেক্ষাকৃত কম পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতুর লবণ হইতে সেই ধাতুকে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে। কিন্তু নিম্নতর স্থানের অপেক্ষাকৃত কম পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতু উচ্চতর স্থানের অধিকতর পজেটিভ তড়িৎধর্মী ধাতু প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না।

সারির উচ্চতর স্থানে অবস্থিত অধিকতর পজেটিভতম ম্যাগনেসিয়াম বা অ্যালুমিনিয়াম বা জিংক আয়রন সালফেট দ্রবণ হইতে নিম্নতর স্থান ও পজেটিভ ধর্মের আয়রন ধাতুকে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে। কিন্তু আয়রন উল্লিখিত ধাতুর লবণ হইতে কোন ধাতুকে প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না।

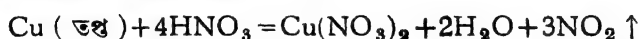
6. ধাতুর বিজারণ ক্ষমতা (Reducing property of metal) : তড়িৎ-রাসায়নিক সারির উচ্চতম স্থানে অবস্থিত কার্যীয় ধাতুর প্রবল বিজারণ-ধর্ম বর্তমান কিন্তু নিম্নতম স্থানেব ভারী ধাতুগুলির বিজারণ ক্ষমতা নাই। সোডিয়াম ও পটাসিয়াম তীব্র বিজারণ-ধর্মী কিন্তু কপার বা সিলভারের কোন বিজারণ ক্ষমতা নাই। সোডিয়াম বিজারণ ধর্মের জন্ত ইহা অ্যালুমিনিয়াম যৌগ হইতে অ্যালুমিনিয়াম এবং লোহাব তুলনায় অ্যালুমিনিয়ামের অপেক্ষাকৃত উচ্চতর বিজারণ ধর্মের জন্ত ইহা লোহা নিষ্কাশন করিতে সক্ষম। যথা :



7 ধাতুর উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া (Action of HNO_3) : হাইড্রোজেনের চেয়ে উচ্চতর ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতুব সঙ্গে অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সাধাবণত হাইড্রোজেন তৈরী হয়। কিন্তু নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটে অণুভাবে। নাইট্রিক অ্যাসিড সোনা বা প্লাটিনামের উপর কোন বিক্রিয়া ঘটাইতে পাবে না। শুষ্ক ম্যাগনেসিয়াম ধাতু নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যথা :

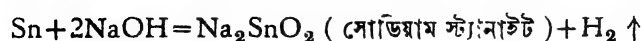
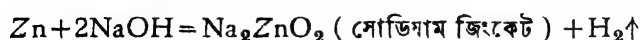


বিশ্ব অল্প সব ধাতু নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় নাইট্রেট লবণ, জল ও নাইট্রোজেনের অক্সাইড বা নাইট্রোজেন এবং কোন কোন ক্ষেত্রে অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট লবণ তৈরী করে। নাইট্রিক অ্যাসিড একটি উচ্চ-ক্ষমতাসম্পন্ন জারক দ্রব্য। নাইট্রিক অ্যাসিডের জারণ ক্ষমতার জন্ত এক্রপ ধরনে বিক্রিয়া ঘটে। যথা :



[নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে ধাতুব বিক্রিয়ার বিস্তৃত বিবরণ দ্বিতীয় ভাগে নাইট্রিক অ্যাসিড অব্যাহায়ে দ্রষ্টব্য]।

8. ধাতুর উপরে ক্ষার তথা কাস্টিক সোডার (NaOH) বিক্রিয়া (Action of Caustic Soda) : জিংক, অ্যালুমিনিয়াম এবং টিন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ইহা ব্যতীত অন্যান্য ধাতুব উপরে সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিশেষ কোন বিক্রিয়া নাই।



9. **ধাতুর উপর ক্লোরিনের বিক্রিয়া (Action of Chlorine) :**
ক্লোরিন একটি তীব্র নেগেটিভ তড়িদ্ধর্মী অ-ধাতু। ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে স্বাভাবিক পজেটিভ তড়িদ্ধর্মী কপার, সোডিয়াম, পটাসিয়াম, এবং উত্তপ্ত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম, জিংক ও টিন উজ্জ্বল দীপ্তিতে জ্বলিয়া ওঠে এবং ধাতুর ক্লোরাইড যৌগ গঠন করে। প্লাটিনাম জাতীয় ধাতু ব্যতীত অল্প সমস্ত ধাতু ক্লোরিনের সঙ্গে উত্তপ্ত করিয়া ক্লোরাইড গঠন করা যায়। যথা :



10. **সালফারের সঙ্গে ধাতুর বিক্রিয়া :** সোনা ও প্লাটিনাম ব্যতীত সমস্ত ধাতু সালফারের সঙ্গে উত্তপ্ত করিয়া সালফাইড যৌগ গঠন করা যায়। যথা :



11. **অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইড :** প্রায় সমস্ত ধাতুই অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইড যৌগ গঠন করে। কোন কোন ধাতু একাধিক অক্সাইড গঠন করে। যথা : Na_2O , Na_2O_2 , FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , Pb_2O , PbO , Pb_2O_3 , PbO_2 , Pb_3O_4 , CuO , Cu_2O ইত্যাদি।

হাইড্রক্সাইড— NaOH , Ca(OH)_2 , Al(OH)_3 ; Fe(OH)_2 , Fe(OH)_3 ইত্যাদি।

12. **ধাতুর লবণ (Salts of metal) :** ধাতু প্রধানত ক্লোরাইড, সালফাইড, কার্বনেট, নাইট্রেট, সালফেট, ফস্ফেট ও সিলিকেট ইত্যাদি লবণ গঠন করে। যথা :

ক্লোরাইড— NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 , AlCl_3 , FeCl_2 , FeCl_3 , CuCl , CuCl_2 , PbCl_2 , SnCl_2 , SnCl_4 ইত্যাদি।

সালফাইড— Na_2S , CaS , MgS , ZnS , FeS , PbS ইত্যাদি।

কার্বনেট— Na_2CO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , ZnCO_3 , FeCO_3 ইত্যাদি।

নাইট্রেট— NaNO_3 , $\text{Cu(NO}_3)_2$, $\text{Zn(NO}_3)_2$, $\text{Pb(NO}_3)_2$ ইত্যাদি।

সালফেট— Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaSO_4 , CuSO_4 , ZnSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, PbSO_4 ইত্যাদি।

ফসফেট— $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, Na_3PO_4 , FePO_4 ,
 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 ইত্যাদি।

সিলিকেট— Na_2SiO_3 , CaSiO_3 , MgSiO_3 ইত্যাদি। •

12. ধাতব লবণের দ্রবণীয়তা (Solubility of metallic salts) :

(i) সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও অ্যামোনিয়ামের সমস্ত লবণ, (ii) প্রাতিটি ধাতুর নাইট্রেট লবণ, (iii) সিলভার, লেড এবং মারকিউরিয়াম ক্লোরাইড (AgCl , PbCl_2 ও HgCl) ব্যতীত সমস্ত ধাতুর ক্লোরাইড লবণ, (iv) লেড ও বেরিয়াম সালফেট (PbSO_4 , BaSO_4) ইত্যাদি কয়েকটি সালফেট ব্যতীত সমস্ত ধাতুর সালফেট লবণ জলে কম-বেশী দ্রবণীয়। ক্যালসিয়াম, মার্কারী ও সিলভার সালফেট সামান্য দ্রবণীয়। সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের লবণ এবং অ্যামোনিয়ামের সমস্ত ফসফেট ও সিলিকেট লবণ জলে অদ্রবণীয়। (vi) ক্ষারীয় ধাতু ব্যতীত সমস্ত ফসফেট ও সিলিকেট লবণ জলে অদ্রবণীয়। (vii) শুধুমাত্র ক্ষারীয় ধাতুর অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবণীয় এবং ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড সামান্য দ্রবণীয়।

বিভিন্ন ধাতুর ধর্ম বিশ্লেষণে দেখা যায় যে প্রধানত,—(i) অক্সিজেন বা বায়ু, (ii) জল, (iii) অ্যাসিড, (iv) ক্ষার, (v) ক্লোরিন ও (vi) সালফারের সঙ্গে বিক্রিয়াব ফলাফল ও তাৎপর্য দ্বারা ধাতুর সাধারণ বাসায়নিক ধর্মের পরিচয় জানা যায়।

১.

ধাতু-সংকর বা ‘অ্যালয়’ (Alloy)

ধাতু-সংকর (Alloy) : বিভিন্ন ধাতু যেমন এককভাবে ব্যবহার করা হয়, সেইরূপ বিভিন্ন ধাতু বিভিন্ন পরিমাণে মিশ্রিত কবিতাও ব্যবহার করা যায়। একাধিক ধাতুর সমন্বিত বা অসমন্বিত (homogeneous or heterogeneous) মিশ্রণকে বলা হয় ‘ধাতু-সংকর’ বা ‘অ্যালয়’।

মুদ্রা প্রস্তুতির ধাতু তামা ও রূপার সমন্বিত মিশ্রণ। একরূপ মিশ্রণকে কঠিন দ্রবণ (solid solution) বলা হয়।

ধাতু-সংকর কোন একক মৌলিক বা যৌগিক পদার্থ নয়,—একাধিক ধাতুর মিশ্রণ মাত্র। ধাতু-সংকরের মধ্যে বিভিন্ন ধাতুর উপাদান কখনও সমন্বিত (homogeneous), কখনও অসমন্বিত (heterogeneous) অবস্থায় বর্তমান বা মিশ্রিত থাকে। দুইটি কঠিন পদার্থ যদি সম-অনুপাতে তথা

সম-সম্ভভাবে মিশ্রিত থাকে তাহা হইলে এরূপ মিশ্রণকে কঠিন দ্রবণ (Solid solution) বলা হয়। সাধারণত অধিকাংশ ধাতু-সংকব অসমসম্ভভাবে গঠিত।

✚ অ্যামালগাম (Amalgam) : মিশ্র ধাতুর একটি উপাদান যদি পারদ (মার্ক্যারি) হয় তবে সেই ধাতু-সংকরকে অ্যামালগাম বা পারদ সংকর বলা হয়। কপাৰ পাবদ-সংকব দাঁতেব চিকিৎসায়, টিনের পারদ-সংকব আয়না লেপনে এবং সোডিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের পাবদ-সংকব বাসায়নিক বিকাবক বা বি-এজেন্ট (reducing agent) রূপে ব্যবহার কবা হয়।

ধাতু-সংকবের প্রস্তুতি ও ব্যবহার আগেও জানা ছিল। কপাৰ ও টিনের ধাতু-সংকবরূপে ব্রোঞ্জ (bronze) এবং তা'মা ও দস্তাৰ ধাতু-সংকব রূপে কঁাসা (brass) প্রাচীনকালেও ব্যবহৃত হইত।

✚ ইম্পাত সংকর (Alloy steel) : বর্তমানে বিভিন্ন অনুপাতে লোহার সঙ্গে ম্যাঙ্গানাজ, নিকেল, ক্রোমিয়াম, স্ত্র্যানেডিয়াম, মলিবডেনাম ইত্যাদি মিশ্রিত করিয়া যে ধাতু-সংকর তৈরী করা হয় তাহাকে ইম্পাত-সংকর (Alloy Steel) বলা হয়। একপ ইম্পাত দ্বারা দ্রুতগামী যানবাহনের যন্ত্র, মোসন, চূর্ণন যন্ত্র, কলংবহীন ইম্পাত (stainless steel) ইত্যাদি তৈরী কবা হয় এবং ডাক্তারী ও বিজ্ঞানের বিভিন্ন তীক্ষ্ণ ও মজবুত যন্ত্রপাতিও নির্মাণ কবা হয়। ম্যাগনেসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়ামের ধাতু-সংকব দ্বারা বিমান এবং দ্রুতগামী যানবাহন তৈরী হয়। সীসা, টিন ও অ্যান্টিমনি মিশ্রিত করিয়া তৈরী কবা হয় ছাপাব টাইপ ও ব্লক।

ধাতুর সংকর নির্মাণের প্রগতির ফলে ধাতুর দৃঢ়তা, কাঠিন্য, নমনীয়তা, গাঢ় ইত্যাদি বাড়াইয়া বা কমাইয়া প্রাকৃতিক ধাতুর ব্যবহারে প্রভূত উন্নতি সাধন করা সম্ভব হইয়াছে এবং ধাতুকে জলবায়ুর প্রকোপ হইতে রক্ষা কবাব ব্যবস্থা করাও সম্ভব হইয়াছে।

ধাতু-সংকর প্রস্তুতি (Preparation of Alloys) : ধাতু সংকর নির্মাণ কর' হয় সাধারণত

(1) দুইটি ধাতুকে প্রয়োজনীয় অনুপাতে আলাদাভাবে গলাইয়া এবং গলিত অবস্থায় ধাতু দুইটিকে একসঙ্গে মিশ্রিত এবং শীতল করিয়া,

(ii) প্ৰয়োজনীয় অৱস্থাপাতে দুইটি ধাতুকে একত্ৰে বিগলিত (fused) কৰিয়া।

ধাতু-সংকৰ তৈৰীৰ এই দুইটি উপায়ই প্ৰধান পদ্ধতি।

(iii) বিভিন্ন অৱস্থাপাতে ধাতু-চূৰ্ণ একত্ৰ মিশাইয়া এবং সেই মিশ্ৰণেৰ উপৰ প্ৰবল চাপ দিয়াও ধাতু-সংকৰ তৈৰী কৰা যায়।

(iv) একাধিক ধাতুৰ মিশ্ৰিত লবণেৰ দ্ৰৱণ একই ভল্টামিটাৰ বা তড়িৎ-বিশ্লেষণপাত্ৰে যুগপৎ তড়িৎবিশ্লেষিত কৰিয়া ধাতু-সংকৰ প্ৰস্তুত কৰা যায়। জিংক ও কপাৰেৰ মিশ্ৰিত লবণেৰ তড়িৎবিশ্লেষণ কৰিয়া ক্যাথোড-দণ্ড ৰূপে পিতল (brass) তৈৰী কৰা যায়।

(v) মিশ্ৰিত ধাতুৰ আকৰিক একটো চুল্লীত কাৰ্বন-বিজ্জাবণ পদ্ধতি নিৰ্দ্ধাৰিত পৰিমাণ মিশ্ৰধাতু তথা ধাতু-সংকৰ তৈৰী কৰা যায়। লোহা ও টাংষ্টেনেৰ ধাতু-সংকৰ এইভাবে তৈৰী কৰা হয়।

কয়েকটি বিশিষ্ট ধাতু-সংকৰ

নাম	উপাদান ও অনুপাত	ব্যৱহাৰ
পিতল (Brass)	Cu : 60—Zn : 20	বাসনপত্ৰ, টিউব, পাত
ব্ৰোঞ্জ :	Cu : 75—Sn : 25	মূৰ্ত্তি, মূৰ্ত্তি
কলংকহীন ষ্টম্পাত (Stainless Steel)	Fe : 80 Cr : 12	বিভিন্ন যন্ত্ৰপাতি
ষ্টম্পাত-সংকৰ	Fe : Ni , Fe : Mo ,	চূৰ্ণন যন্ত্ৰ, গাড়ী ও
ষ্টম্পাত সংকৰ	Fe . W , Fe : V	মেসিনেৰ যন্ত্ৰ ইত্যাদি
ম্যাগনেলাম	Al : 98 : Mg : 2	বিমান, যানবাহন ও হালকা যন্ত্ৰ
ডুবেলাম	Al : Cu : Mg : Mn	„
জাৰ্মান সিলভাৰ	Cu : Zn , Ni	প্লেট, বাসনপত্ৰ
টাইপ মেটাল	Pb : Sb : Sn	টাইট ও ছাঁচ
ঝালাই ধাতু (Soft solder)	Pb : Sn	ধাতব পাত্ৰেৰ ঝালাই

ধাতু সংকরের উপযোগিতা (Utility of Alloys)

অনেক ক্ষেত্রে বিশুদ্ধ ধাতুই চেয়ে ধাতু-সংকব জল-বায়ু প্রকোপ হইতে অধিকতর ক্ষত বা অবিকৃত থাকে। ইম্পাত সংকব, জার্মান সিলভার, পিতল, কাসা ইত্যাদি তাব উদাহরণ। (ii) ধাতু-সংকব ধাতব যন্ত্রেব সম্প্রসারণশীলতা বোধ কবিতে পাবে। উচ্চ তাপে সাধাবণত ধাতু সম্প্রসারিত হয় কিন্তু বিসমাখ ও অ্যাক্টিমনী ধাতু সংকুচিত হয়। তাই এরূপ ধাতুর মিশ্রণে তৈরী ধাতু-সংকর 'বয়লাব' বা উচ্চতাপে ব্যবহৃত যন্ত্র এবং অগ্নিনিবাপক যন্ত্রেব গঠনে প্রয়োগ কবিয়া যন্ত্রেব সম্প্রসারণশীলতা নিয়ন্ত্রণ কবা যায়। একপ ধাতু সংকবের উদাহরণ : রোজ মেটাল— $Bi : Sn : Pb : 50 : 22 : 28$, (iii) বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা তাব নির্মাণে ধাতুর পরিবহণ ক্ষমতা নিয়ন্ত্রণ কবাব জন্ত উচ্চ তড়িৎ-পরিবাহী কপাবেব সঙ্গে নিম্ন তড়িৎ-পরিবাহী ধাতুই মিশ্রণে উচ্চ প্রতিবোধক (high resistance) ধাতব তাব তৈরী কবা হয়। উদাহরণ : কন্সট্যানটান— $Cu : Ni : 55 : 45$, (iv) শক্তিশালী চুম্বক নির্মাণে একক লোহাব পরিবর্তে ধাতু সংকব ব্যবহৃত হয়। যথা : ফেবো-নিকেল অ্যালয় : $Fe : Ni :: 60 : 40$, (v) স্টীলের কাঠিন্য বৃদ্ধিব জন্ত ধাতু-সংকব তৈরী কবা হয়। প্রধানত ইম্পাত-সংকব একপ ধাতু সংকর। উদাহরণ : ফেবো-ম্যাঙ্গানীজ, ফেবো-টাংস্টেন ইত্যাদি। (vi) ধাতুই দৃঢ়তা, সম্প্রসারণশীলতা এবং গুণ্ড বা গুজন নিয়ন্ত্রণেব জন্তও ধাতু-সংকব তৈরী কবা হয়। একপ ধাতু-সংকর বিমান নির্মাণে প্রধানত ব্যবহৃত কবা হয়। ম্যাগনেলাম, ডুবালুমিন ইত্যাদি।

Questions to be discussed

1. How metals are obtained in nature ? Define and illustrate ore, metallurgy and extraction of metal

2. Compare the properties of metal and non metal. Does hydrogen possess any metallic property ? Among mercury, aluminium foil, zinc dust, silicon, diamond, graphite, white phosphorus, lead—indicate which are metals and which are non-metals.

3. How metals are extracted ? State the principle of carbon-reduction process with simple illustrations.

4. What is self-reduction ? Name two metals that are extracted according to this process ? What type of ore is used for self-reduction process of metallic extraction ?

5. What happens when an iron knife is dipped into copper sulphate solution and aluminium chloride treated with sodium ? State the underlying principle of the reaction. What happens when a silver foil is dipped into ferrous sulphate solution ?

6. What do you understand by electro-chemical series ? How does this series help to understand the reaction of air and water on metal ?

7. Explain on the basis of electro-chemical series the changes that occur when (i) Sodium oxide is heated, (ii) Mercuric oxide is heated (iii) Calcium dropped into water (iv) Aluminium treated with water (v) Copper treated with dilute hydrochloric acid (vi) Magnesium treated with dilute sulphuric acid ?

8. How could you ascertain the physical and chemical properties of a metal ? Give examples.

9. What happens (i) when an oxide of iron is heated with charcoal, (ii) Galena is heated in a furnace and (iii) Alumina is electrolysed ? How these reactions are used for the extraction of metal ?

10. What are the reactions of caustic soda and nitric acid on zinc oxide, magnesium oxide, aluminium oxide and copper ?

11. What is an alloy ? What are its utility ? How would you distinguish an alloy from an amalgam ? What are the chemical principles of preparation of an alloy ? Name three important alloys of aluminium and zinc

12. What are the actions of (i) air, (ii) water, (iii) dilute hydrochloric acid and (iv) caustic soda on—(a) Sodium (b) Magnesium (c) Iron and Aluminium.

13. Give two physical and three chemical differences between metals and non-metals Which of these is most decisive ?

[H. S (comp) 1960]

14. Describe giving equations, where possible, the relations of metals as well as their compounds to show the difference between metals and non-metals.

[H. S. Exam. 1963]

15. How electro-chemical series of metals helps to indicate suitable process of extraction of metal from its ore ?

প্রতীক চিহ্ন—Na, পারমাণবিক গুরুত্ব—23, যোজ্যতা—1

পরিচয় : সোডিয়াম ও পটাসিয়াম ধাতু ব হাইড্রক্সাইড কটিক সোডা ও কটিক পটাস (Caustic Soda and Caustic potash) নামে পরিচিত। এই যৌগ দুইটি অতি ভীষণ ক্ষার। 'সোডিয়াম ও পটাসিয়াম জলের সহিত বিক্রিয়ায় এরূপ ক্ষার গঠন কবে বলিয়া ইহাদের ক্ষারীয় ধাতু (alkaline metal) বলা হয়। ধাতু হিসাবে সোডিয়ামের ব্যবহার ব্যাপক নয়; কিন্তু সোডিয়ামের যৌগ-নমুনা শিল্প-বাণিজ্যের পক্ষে অপরিহার্য। লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড আমাদের খাণ্ডে নিত্য প্রয়োজন হয় এবং কটিক সোডা, সোডিয়াম কার্বনেট, চিলি লবণ বা সোডিয়াম নাইট্রেট বাসাবনিক ও অগ্নি শিল্পের জন্ত বিশেষভাবে প্রয়োজন হয়। সোডিয়াম মাত্র দেড় শত বৎসর আগে আবিষ্কৃত হইয়াছে; কিন্তু কটিক সোডা, সোডিয়াম কার্বনেট ও সোডিয়াম নাইট্রেট বহু প্রাচীনকাল হইতে ব্যবহৃত হইতেছে। কটিক সোডা ক্ষার নামে, সোডিয়াম কার্বনেট সাজিয়াটি, সোডা (Soda) বা নেট্রন (natron) নামে, সোডিয়াম নাইট্রেট সোরা বা সন্টপিটার নামে এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড সামুদ্রিক ও খনিজ লবণ নামে বহুকাল হইতেই পরিচিত।

অষ্টাদশ শতাব্দী পর্যন্ত বিজ্ঞানীরা কটিক সোডাকে বরং একটি মৌলিক পদার্থ বলিয়া মনে করিতেন। 1807 খ্রিষ্টাব্দে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী ডেভি কটিক সোডা ভাঙের সাহায্যে গলাইয়া সেই গলিত দ্রবকে মোড়াবে শুভিদ্রবিশ্লেষণ পদ্ধতিতে সর্বপ্রথম সোডিয়াম আবিষ্কার করেন। কটিক সোডা হইতে উৎপন্ন করা হয় বলিয়া এই মৌলিক পদার্থটির নাম দেওয়া হয় সোডিয়াম।

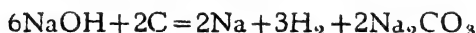
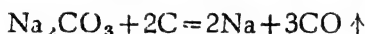
প্রাকৃতিক যৌগ (Natural ores) : সোডিয়াম অত্যন্ত সক্রিয় পদার্থ বলিয়া মৌল অবস্থায় প্রকৃতিতে ইহা পাওয়া যায় না। সোডিয়ামের প্রধান প্রাকৃতিক যৌগসমূহ :

- (i) ক্লোরাইড : খনিজ ও সামুদ্রিক লবণ (salt), তথা ,
সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl)
- (ii) কার্বনেট : সাজিমাটি, সোডা বা নেটন (soda), তথা ,
সোডিয়াম কার্বনেট (Na₂CO₃)
- (iii) নাইট্রেট : চিলি সল্টপিটার (salt petre) বা চিলির লবণ বা
সোরা , তথা, সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO₃)
- (iv) পাইরো বোরেট : বোরাক্স (Borax) বা সোহাগা, তথা,
সোডিয়াম পাইবোবোরেট (Na₂B₄O₇) ,
- ভারতে রাজপুতনার সম্ব হুদে সৈন্ধব লবণ, বিভিন্ন অঞ্চলে সাজিমাটি এবং
হিমালয় অঞ্চলে সোহাগা পাওয়া যায় ।

সোডিয়ামের নিষ্কাশন পদ্ধতি

(Extraction of Sodium)

আদি ব্যাস্কায়া সোডাব সঙ্গে কার্বন অথবা কঠিক সোডার সঙ্গে কার্বন ও
আয়বনেব বিক্রিয়া ঘটাইয়া সোডিয়াম নিষ্কাশিত কবা হইত । যথা :



সোডিয়াম পূবে একমাত্র কাস্টনার পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত কবা হইত ।
বর্তমানে আমেরিকা ও জার্মানীতে ডাউনস্ পদ্ধতিতেও সোডিয়াম নিষ্কাশিত
কবা হয় ।

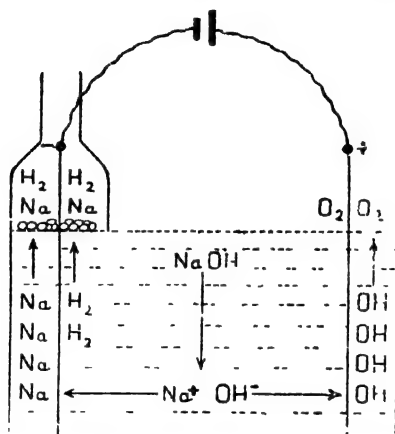
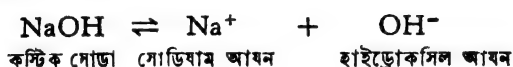
1. কাস্টনার পদ্ধতি (Castner process)

(ক) নিষ্কাশনের রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical principle of
extraction) : কাস্টনার পদ্ধতি বিজ্ঞানী ডেভি সোডিয়াম নিষ্কাশন
পদ্ধতিবই একটি বৃহদায়তন প্রয়োগ । এই পদ্ধতিতে গলিত (fused) কঠিক
সোডার (NaOH) তড়িদ্বিলেপণ কবিয়া সোডিয়াম উৎপাদন কবা হয় ।

কঠিক সোডাব জলীয় দ্রবণেব তড়িদ্বিলেপণেব ফলে হাইড্রোজেন,
সোডিয়াম ও হাইড্রোকসিল আয়ন (H⁺, Na⁺ ও OH⁻) উৎপন্ন হয় । কিন্তু
সোডিয়ামের চেয়ে হাইড্রোজেন আয়নের তড়িৎ-স্বর্ণের আগ্রহ বা ক্ষরণ

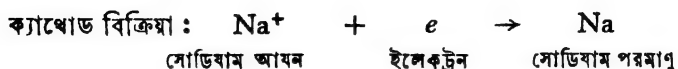
তড়িৎ-বিভবতা (discharge potential) কম বলিয়া ক্যাথোড বিক্রিয়ায় শুধুমাত্র হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

(i) কাস্টনার পদ্ধতিতে সোডিয়াম উৎপাদনের জন্ত কঠিন ও অনার্দ্র কস্টিক সোডা (NaOH) ব্যবহার করা হয়। এই কস্টিক সোডা 320°C তাপাংকে গলাইয়া (fused) সেই তরল পদার্থের মধ্যে তড়িৎ-প্রবাহ চালান হয়। প্রথমে তড়িৎ-বিশ্লিষ্টনের (Electrolytic dissociation) ফলে পজেটিভ তড়িদ্বাহী সোডিয়াম আয়ন এবং নেগেটিভ তড়িদ্বাহী হাইড্রোকসিল আয়ন গঠিত হয়। যথা :



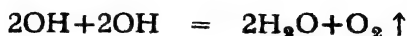
কাস্টনার পদ্ধতিতে গলিত কস্টিক সোডার তড়িদ্বিশ্লিষ্ট

(ii) এই সোডিয়াম আয়ন পজেটিভ তড়িদ্বাহী বলিয়া নেগেটিভ তড়িদ্বারে তথা ক্যাথোডের দিকে আকর্ষিত হয় এবং ক্যাথোড হইতে নেগেটিভ তড়িৎ তথা ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া সোডিয়াম পবমানুর্কপে ক্যাথোডের উপরে সঞ্চিত হয়।



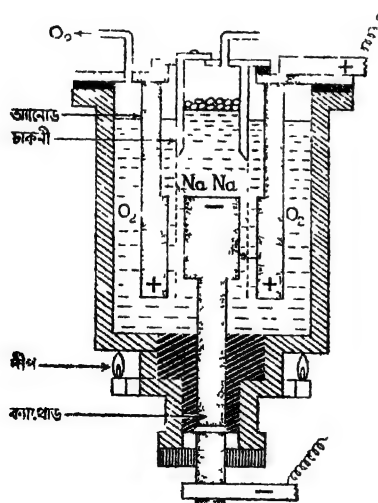
(iii) নেগেটিভ তড়িদ্বাহী হাইড্রোকসিল আয়ন পজেটিভ তড়িদ্বার বা অ্যানোডের দিকে আকর্ষিত হয় এবং আয়নের নেগেটিভ তড়িৎ বা ইলেকট্রন বর্জন করিয়া প্রথমে হাইড্রোকসিল মূলকে পরিণত হয়। অ্যানোডের নিকটে

একাধিক হাইড্রোকসিল মূলক পরস্পরে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অক্সিজেন উৎপন্ন করে।



(iv) অ্যানোডে যে সামান্য জল উৎপন্ন হয় তাহার তড়িৎবিপ্লবে ফলে ক্যাথোডে সোডিয়ামের সঙ্গে সামান্য পরিমাণে হাইড্রোজেনও উৎপন্ন হয়। যথা: $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^-$, $2\text{H}^+ + 2e \rightarrow 2\text{H} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{OH}^- - 2e \rightarrow 2\text{OH}$; $[4\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow]$, এই হাইড্রোজেন ক্যাথোডে সঞ্চিত সত্ত্বে উৎপন্ন সোডিয়াম ধাতুকে অববণকপে ঢাকিয়া রাখে এবং বায়ুর অক্সিজেনের বিক্রিয়া হইতে রক্ষা করে।

(v) একটি ঢালাই লোহাব আবদ্ধ পাত্রে ক্যাথোডরূপে একটি লৌহদণ্ড এবং অ্যানোডরূপে একটি নিকেল সিলিণ্ডাব ব্যবহার করিয়া বিগলিত কৃত্তিক সোডাব তড়িৎবিপ্লবে ফলে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয় সোডিয়াম ও সামান্য হাইড্রোজেন এবং অ্যানোডে উৎপন্ন হয় অক্সিজেন। ক্যাথোডে সঞ্চিত এই সোডিয়াম তা হলের সাহায্যে সংগ্রহ করা হয়।



কাস্ট্রাব পদ্ধতিতে সোডিয়াম প্রস্তুতি

(খ) যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা:

কাস্টনার পদ্ধতিতে যে পাত্রে কৃত্তিক সোডাব তড়িৎবিপ্লবে ফলে ক্যাথোডে সঞ্চিত হয় তাহার লোহা দ্বারা তৈরী প্রায় দেড় ফুট ব্যাস ও ছয় ফুট উচ্চ একটি আবদ্ধ (close) পোলাকার ট্যাংক। এই ট্যাংকের মাঝখানে থাকে একটি লোহাব দণ্ড। দণ্ডটির উপরের অংশ নাচের অংশেব চেরে প্রশস্ততব। ইহাব নীচের অংশে কৃত্তিক সোডা জমাইয়া দণ্ডটিকে ধরি রাখা হয়। এই লোহার দণ্ডটিকে ব্যবহার করা হয় ক্যাথোড রূপে। সোডার ক্যাথোড দণ্ডটিকে আওষ্টন করিয়া

ঝুলাইয়া রাখা হয় একটি নিকেল সিলিঙার। এই সিলিঙাবটিকে অ্যানোড রূপে ব্যবহার করা হয়।

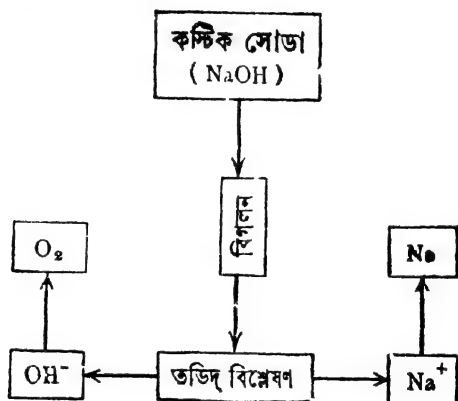
ক্যাথোডের ঠিক উপরে ঢাকনীর আকারে একটি লোহার চোঙ বা নলাকার পাত্র ঝুলানো থাকে। এই পাত্রটির নীচেব দিকে ঝুলানো থাকে একটি তার-জাল। এই তার-জাল ক্যাথোড এবং অ্যানোডে উৎপন্ন পদার্থকে পৃথক রাখিবার জন্য ব্যবহার করা হয়। হুল লোহার ট্যাংকের ভলাষ থাকে দীপ বা বার্নার।

বার্নার জ্বালাইয়া পাড়ের কটিক সোডা বিগলিত করা হয়। পাড়ের প্রায় দুই তৃতীয়াংশ স্থান তরল কটিক সোডায পূর্ণ থাকে। গলিত কটিক সোডায়

সোডিয়াম নিকেশন

কাস্টনার পদ্ধতি :

(Castner Process)

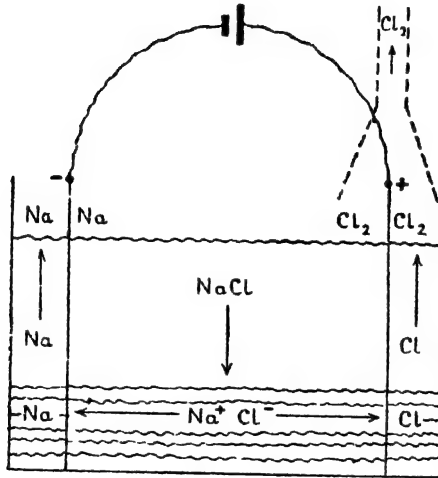


তাপাংক প্রায় 330°C মাত্রায় স্থির রাখা হয়। কারণ, উষ্ণতা আরও বৃদ্ধি পাইলে সমস্ত নিকেশিত সোডিয়াম তরল কটিক সোডায় দ্রবীভূত হইয়া যায়। ভড়িবিপ্লেষণেবন্ধকলে ক্যাথোড-দণ্ডে সোডিয়াম সঞ্চিত হয় তাহা তার-জালের বেড়ার জন্য অ্যানোডের দিকে ছড়াইয়া পড়িতে পারে না। এই সোডিয়াম ক্যাথোডের মাথার উপর ঝুলানো লোহার চোঙে সঞ্চিত হয় এবং ইটা হাইড্রোজেন গ্যাসের আবরণে অবিকৃত থাকে। এই ভাসমান সোডিয়াম সচ্ছিন্ন হাভল দ্বারা গলিত কটিক সোডার উপর হইতে তুলিয়া লওয়া হয়। ভড়িবিপ্লেষণের

সময় যে অক্সিজেন ও স্বল্প হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় তাহা মূল ট্যাংকের মাধ্যমে ফিট করা নির্গমন-নলের মাধ্যমে বাহির হইয়া যায়।

2. ডাউনস্ পদ্ধতি (Downs Process)

(ক) রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical Principle or Chemistry of extraction) : ডাউনস্ পদ্ধতিতে বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড (fused NaCl) বা সাধারণ লবণের তড়িদ্বিচ্ছেদন করিয়া সোডিয়াম উৎপাদন করা হয়।



ডাউনস্ পদ্ধতিতে গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিচ্ছেদন

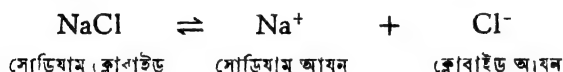
সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে ক্যাথোডে সোডিয়ামের পরিবর্তে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। কাবণ সোডিয়াম আয়নের (Na^+) চেয়ে হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) তড়িদ্রবণের আগ্রহ বা বিভবতা (discharge potential) কম। তাই সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিচ্ছেদনে উৎপন্ন হয় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন।

(1) কার্টনার পদ্ধতির গ্রায়ে ডাউনস্ পদ্ধতিতেও সেজন্ত তাপের সাহায্যে শুষ্ক সোডিয়াম ক্লোরাইড গলাইয়া সেই গলিত তরলের মধ্যে তড়িদ্রবাহ চালানো হয়। কিন্তু সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাংক প্রায় 800°C , এই তাপাংকে যে সোডিয়াম উৎপন্ন হয় তাহা অংশত বাষ্পে পরিণত হইয়া এক বকম 'কুয়াশা' সৃষ্টি কবে এবং এরূপ উচ্চ তাপে উৎপন্ন ক্লোরিনের ক্ষয়-ক্ষমতাও

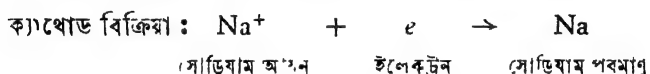
(corrosive power) অত্যন্ত তীব্র হইয়া উঠে। তাই তড়িদ্বিচ্ছেষণের আগে সোডিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে স্বল্প সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) বা সোডিয়াম ফ্লুரைড (NaF) অথবা ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) মিশ্রিত করা হয়। এরূপ মিশ্রণের ফলে সোডিয়াম ক্লোরাইডের গলনাংক (melting point) প্রায় 600°C তাপাংকে নামিয়া যায়। একপ তাপাংকে সোডিয়ামের 'কুয়াশা' তৈরী হয় না এবং ক্লোরিনের ক্ষয়-ক্ষমতাও হ্রাস পায়।

(ii) গ্র্যাফাইট জাতীয় কার্বন দণ্ড অ্যানোডরূপে এবং একটি লোহার পাত ক্যাথোডরূপে ব্যবহার কবিয়া আবদ্ধ লোহার পাत्रে তড়িৎ-বিচ্ছেষণ করা হয়।

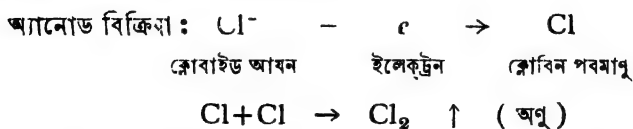
(iii) বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডেব তড়িদ্বিয়োজনের (electrolytic dissociation) ফলে সোডিয়াম ও ক্লোরিন আয়ন গঠিত হয়।



(iv) পজেটিভ সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ক্যাথোডেব দিকে আকর্ষিত হইয়া বিপরীতধর্মী নেগেটিভ তড়িৎ বা ইলেকট্রন গ্রহণ কবিয়া সোডিয়াম পবমাণুতে পরিণত হয়। এই সোডিয়াম নিষ্কাশিত ধাতুরূপে সংগ্রহ করা হয়।



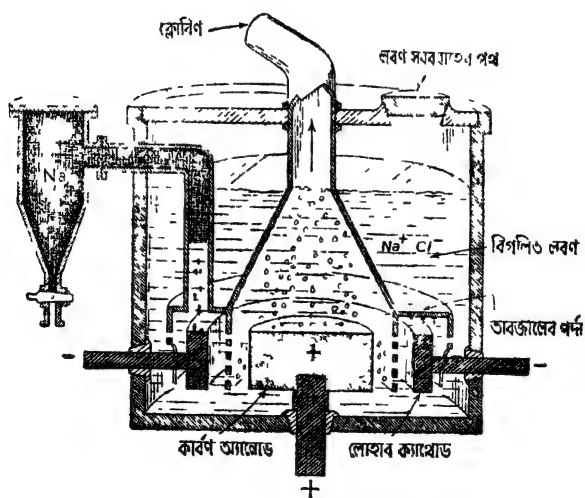
(v) নেগেটিভ ক্লোরাইড আয়ন অ্যানোডেব দিকে আকর্ষিত হয় এবং ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া ক্লোরিন পরমাণুতে এবং শেষ পর্যায়ে গ্যাসীয় ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। এই ক্লোরিন গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায় এবং উপজাত দ্রব্য (by-product) রূপে সংগ্রহ করা হয়।



(খ) যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : বিগলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিচ্ছেষণ করিয়া সোডিয়াম নিষ্কাশনের পদ্ধতি 1924 খ্রীষ্টাব্দে আবিষ্কার করেন মার্কিন বিজ্ঞানী ডাউনস্। তড়িদ্বিচ্ছেষণ করা হয় লোহা দ্বারা তৈরী একটি আবদ্ধ পাत्रে।

এই পাত্রটির মাঝখানে বসানো থাকে গ্রাইট জাতীয় একটি প্রশস্ত কার্বন-দণ্ড। এই কার্বন-দণ্ডটিকে ব্যবহার করা হয় অ্যানোড রূপে। কার্বন-দণ্ডটি আবৃত্ত কবিরি ফিট করা থাকে একটি বলযাকৃতি লোহার পাত। এই লোহার পাতটি ব্যবহার করা হয় ক্যাথোড রূপে। এই ক্যাথোড বলযকৃতি তারজালের আবরণে ঢাকা থাকে এবং এই তারজালের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে একটি সাইফন-নল (siphon)। এই সাইফন-নলটি প্রবেশ করে একটি কেরোসিনপূর্ণ পাত্রে। পক্ষান্তরে অ্যানোড-রূপী কার্বন-দণ্ডটি উত্তপ্ত-করা-কানেলাকৃতি একটি পোবসেলিন বা অগ্নিসহ্য-স্থিতিকাষ (fire clay) তৈরী চোঙে ঢাকা থাকে।

600°C তাপাংকে ভদ্রিদ্ভিন্নেয়ণের ফলে যে সোডিয়াম নিকশিত হয় তাহা লোহার বসরের উপরে সঞ্চিত হইয়া সাইফন-নলের পথে কেরোসিনপূর্ণ পাত্রে গিয়া দংগুহীত হয়। অ্যানোড দণ্ডে যে ক্লোরিন উৎপন্ন হয় তাহা পোবসেলিন চোঙের ভিতর দিয়া নির্গত হইয়া যায়। উপজাত পদার্থ বা বাই-প্রডাক্ট (by-product), রূপে এই ক্লোরিন অল্পাংশ শিল্পে ব্যবহার করা যায়।



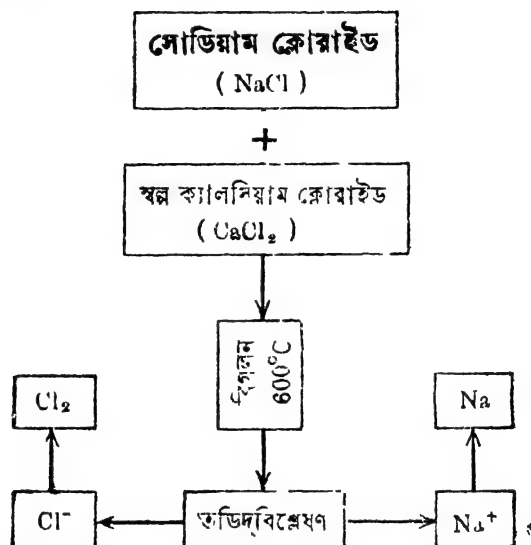
ডাউনস্ পদ্ধতিতে সোডিয়াম প্রস্তুতি

কাস্টনার ও ডাউনস্ পদ্ধতির তুলনা : ডাউনস্ পদ্ধতিতে কাঁচামাল-রূপে ব্যবহার করা হয় সাধারণ লবণ। কিন্তু কাস্টনার পদ্ধতিতে ব্যবহার করা

হয় কষ্টিক সোডা। কষ্টিক সোডা প্রথমে তৈরী করা হয় সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে। কিন্তু ডাউনস পদ্ধতিতে সরাসরি সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়। তাই, ডাউনস পদ্ধতিতে কাঁচামালের দাম পড়ে খুব কম। কিন্তু এই পদ্ধতিতে তাপমাত্রা বেশি প্রয়োজন হয় এবং কিছু সোডিয়াম বাষ্পাকাবে উড়িয়া যায়।

ডাউন পদ্ধতি :

(Downs Process)



সোডিয়ামের সাধারণ ধর্ম

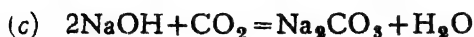
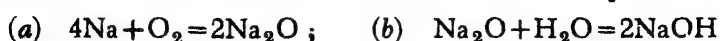
ভৌত ধর্ম (Physical properties) :

- (i) বিশুদ্ধ সোডিয়ামের বর্ণ রূপালী।
 - (ii) সোডিয়াম একটি নবম পদার্থ। ইহা ছুঁবি দিয়া কাটা যায়।
 - (iii) ইহার ঘনত্ব—0.97 ; তাই জলে ভাসে।
 - (iv) ইহার গলনাংক 98°C এবং স্ফুটনাংক 880°C.
- ইহা একক পবমাণুকে (Na—mono-atomic) বাষ্পে পরিণত হয়।

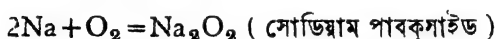
রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) :

- (i) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : শুষ্ক বায়ুতে সোডিয়াম অবিকৃত থাকে, কিন্তু জলীয় বাষ্পপূর্ণ বায়ুতে (ক) প্রথমে ইহা বিবর্ণ সোডিয়াম মনোক্সাইডে (Na₂O), (খ) পরে বায়ুর জলীয় বাষ্পের সঙ্গে বিক্রিয়ায়

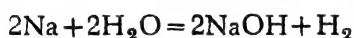
সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডে (NaOH) এবং শেষ পর্যায়ে (গ) এই হাইড্রক্সাইড বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম কার্বনেটে (Na₂CO₃) পরিণত হয়। যথা :



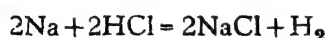
(ii) বায়ুতে দহন ক্রিয়া (Burning in air) : বায়ুতে দগ্ধ করিলে সোডিয়াম স্বর্ণাভ হলুদ শিখায় প্রদীপ্ত হইয়া দুই বকম অক্সাইড গঠন করে। যথা : $4Na + O_2 = 2Na_2O$ (সোডিয়াম মনোক্সাইড)



(iii) জলের ক্রিয়া (Action of water) : জলের সঙ্গে সোডিয়াম তীব্রভাবে বিক্রিয়া ঘটায় এবং ক্ষাব গঠন করে। বিক্রিয়ায় পবে ক্ষাবীয় জলের স্পর্শে লাল লিটমাস কাগজ নীল হইয়া যায়। যথা :



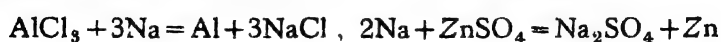
(iv) অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) : খনিজ অ্যাসিডের সঙ্গে সোডিয়াম বিক্ষোবণের তীব্রতায বিক্রিয়া ঘটায়। যথা :



(v) ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali) : ক্ষাবের সঙ্গে সোডিয়ামের বিক্রিয়া ঘটে না।

(vi) ক্লোরিনের ক্রিয়া (Action of chlorine) : ক্লোরিনের সঙ্গে তপ্ত সোডিয়াম হলুদ বর্ণের প্রদীপ্ত শিখা বিকীর্ণ কবিয়া বিক্রিয়া ঘটায় এবং ক্লোরাইড লবণ গঠন করে। যথা : $2Na + Cl_2 = 2NaCl$

(vii) বিজারণ ক্ষমতা (Reducing action) : সোডিয়াম একটি প্রবল বিজাবক পদার্থ (reducing agent)। ইহা বিজারকরূপে বিশেষভাবে জৈব বসায়নের বিক্রিয়ায় ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়। বিজাবণ ক্রিয়া :



(viii) হাইড্রাইড গঠন (Formation of hydride) : 360°C

তাপাংকে শুষ্ক হাইড্রোজেনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রাইড গঠিত হয়।

যথা : $2Na + H_2 = 2 NaH$

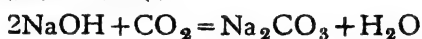
সোডিয়াম যৌগের বৈশিষ্ট্য

(i) সমস্ত সোডিয়াম-যৌগ জলে দ্রবণীয়।

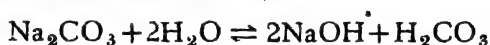
(ii) যে-কোন সোডিয়াম-যৌগ উত্তাপের ফলে গলিয়া যায়। একমাত্র সোডিয়াম নাইট্রেট উত্তাপের ফলে নাইট্রাইট যৌগে পরিণত হয়। যথা :



(iii) সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড একটি তীব্র ক্ষাব। ইহা স্বাভাবিক অবস্থায় কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) শোষণ কবিয়া সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) যৌগে পরিণত হয়।



(iv) সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) দ্রবণ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় বলিয়া ইহার মধ্যে ক্ষাবেব লক্ষণ প্রকাশ পায়। যথা :



(v) ধাতু রূপে সোডিয়ামেব ব্যবহাব সীমাবদ্ধ কিন্তু সোডিয়ামের ক্লোরাইড, কার্বনেট, হাইড্রক্সাইড, সালফেট ও নাইট্রেট (NaCl , Na_2CO_3 , NaOH , Na_2SO_4 , NaNO_3) ইত্যাদি যৌগ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

(vi) সোডিয়ামেব কতিপয় যৌগ যথা, ক্লোরাইড, নাইট্রেট ও কার্বনেট যৌগ (NaCl , NaNO_3 এবং Na_2CO_3) প্রকৃতিতে ব্যাপকভাবে পাওয়া যায়।

সোডিয়ামের ব্যবহার (Uses) : (i) সোডিয়াম হইতে সোডিয়াম পাবক্সাইড তৈরী কবা হয়। এই যৌগটি অক্সিজেন সবববাহকারী এবং জ্বাবক পদার্থরূপে ব্যবহৃত হয়। (ii) উচ্চ তাপাংকেব থার্মোমিটারে পাবদেব পরিবর্তে সোডিয়াম-পটাসিয়াম ধাতু-সংকব ব্যবহাব কবা হয়। (iii) সোডিয়াম পাবদ-সংকব জৈব বসায়নে বাসায়নিক বিজ্বাবকরূপে (reducing agent), (iv) সোডামাইড ও সায়নামাইড এবং অনাদ্র অ্যালকোহল তৈরী কবাব জন্য সোডিয়ামের প্রয়োজন হয়।

সনাক্তকরণ (Test) : (i) সোডিয়ামেব যে-কোন যৌগ ঘন হাইড্রোক্লোবিক অ্যাসিড সিক্ত গ্ল্যাটিনাম তারেব মুখে লাগাইয়া বুনসেন দীপেব অদীপ্ত জাবণ শিখাং দগ্ধ কবা হইলে স্বর্ণাভ হলুদ বর্ণেব প্রদীপ্ত আলোক শিখা বিকীর্ণ করে।

(ii) সোডিয়াম লবণের দ্রবণে পটাসিয়াম হাইড্রোকসি-টারটারেট মিশ্রিত করিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

শিল্পে প্রয়োজনীয় সোডিয়ামের প্রধান যৌগসমূহ : সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3), কষ্টিক সোডা (NaOH), সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4), সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO_3) এবং সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) সোডিয়ামের প্রধান যৌগসমূহ। এই যৌগগুলি শিল্পদ্রব্যরূপে ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত করা হয়।

সোডিয়াম কার্বনেট (Sodium Carbonate)

সোডিয়াম কার্বনেট অতি প্রয়োজনীয় বাসায়নিক দ্রব্য। খুব কম শিল্পই আছে যাহাতে সোডিয়াম কার্বনেটের প্রয়োজন না হয়। কাচ, সাবান, সূতি-শিল্প এবং বিভিন্ন বাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে প্রতি বৎসর প্রায় চল্লিশ লক্ষ টন সোডিয়াম কার্বনেটের প্রয়োজন হয়। সোডিয়াম কার্বনেটকে সাধারণভাবে সোডাও বলা হয়।

1 লে ব্লাংক পদ্ধতি (Le Blanc Process)

পূর্বে প্রধানত লে ব্লাংক পদ্ধতিতে সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী করা হইত। কিন্তু বর্তমানে সলভে বা অ্যামোনিয়া-সোডা পদ্ধতিতে অধিকাংশ সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী করা হয়।

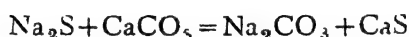
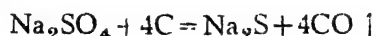
পূর্বে সোডিয়াম কার্বনেটের প্রধান উৎস ছিল প্রাকৃতিক গ্যাট্রন তথা, সোডা বা সাল্ফাট। 1717 খ্রীষ্টাব্দে ফ্রেঞ্চ আ্যাকাডেমী সোডিয়াম কার্বনেট উৎপাদন পদ্ধতি আবিষ্কারের জন্য 100 পাউণ্ড মূল্যে একটি পুরস্কার ঘোষণা করেন। নিকলাস লে ব্লাংক নামে এক চিকিৎসক অক্লান্ত গবেষণার ফলে সোডিয়াম কার্বনেট উৎপাদনের একটি পদ্ধতি আবিষ্কার করিতে সক্ষম হন। লে ব্লাংক পদ্ধতিটি এইরূপ :

(1) রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical Principle) : প্রথমে সাধারণ লবণের (NaCl) সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) মিশ্রিত ও উত্তপ্ত করিয়া হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) তৈরী করা হয়। এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4) লবণও তৈরী হয়।

একপ শিল্প-জাত সোডিয়াম সালফেটকে **সল্ট-কেক** (Salt cake) বলা হয় । বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



(ii) এই সোডিয়াম সালফেট কঠিন পদার্থ । বিচূর্ণ সোডিয়াম সালফেটের সঙ্গে গুঁড়া অক্সাব (C) ও চুনা-পাথর (CaCO_3) মিশাইয়া উচ্চতাপে উত্তপ্ত করা হয় । অক্সাবেব কার্বন প্রথমে সোডিয়াম সালফেটকে (Na_2SO_4) সোডিয়াম সালফাইড (Na_2S) রূপে বিজারিত কবিয়া দেয় । এই সোডিয়াম সালফাইড পবে চুনাপাথর বা ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়াই সোডিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম সালফাইড (CaS) গঠন কবে । এই সোডিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম সালফাইডের মিশ্রণকে **কালো ভস্ম** (Black ash) বলা হয় । বিক্রিয়া :



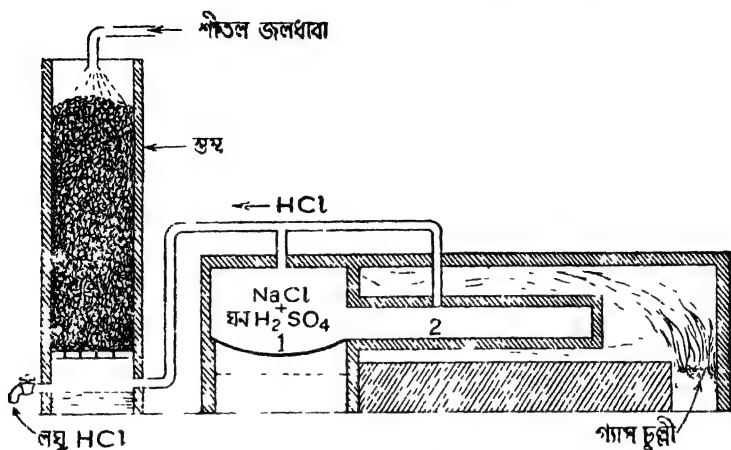
(iii) সোডিয়াম কার্বনেট জলে দ্রবণীয় কিন্তু ক্যালসিয়াম সালফাইড প্রায় অদ্রবণীয় । সুতরাং বিক্রিয়াব শেষে পয়ায়ে সোডিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম সালফাইডের মিশ্রণ জলে মিশাইয়া সেই জলীয় দ্রবণ ছাঁকিয়া লওয়া হয় । দ্রবণকে বাষ্পীভূত কবিয়া ফটিকাকারে সোডিয়াম কার্বনেট ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) সংগ্রহ কবা হয় ।

যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : লবণ ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটানো হয় সংরূত বা মাফল-চুল্লী (Muffle furnace) জাতীয় সল্ট কেক চুল্লীতে (salt cake furnace) । এই বিক্রিয়া ঘটে দুই পর্বারে । চুল্লীর লোহার পাত্রে (iron pan) লবণ ও অ্যাসিড মিশ্রণ উত্তপ্ত করাব কলে প্রথম পর্বারে তৈরী হয় সোডিয়াম বাই-সালফেট । যথা . $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$

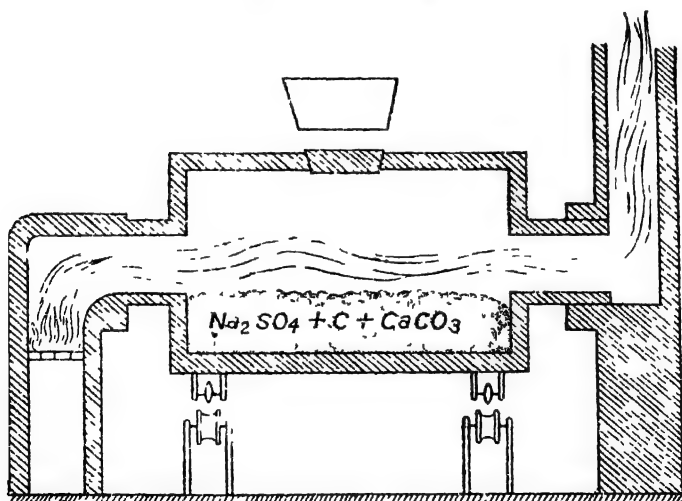
এই সোডিয়াম বাই-সালফেট ও লবণ মিশ্রণ পববতী পর্বারে চুল্লীর মূল পত্বরে (bed of the furnace) উচ্চতর তাপাংকে উত্তপ্ত কবিয়া সোডিয়াম সালফেটে পরিণত কবা হয় । যথা : $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$

পিঠার আকারে গঠিত হয় বলিবা এই সোডিয়াম সালফেটকে বলা হয় **সল্ট কেক** (Salt Cake) ।

এই সল্ট কেক চূর্ণ করিয়া বিচূর্ণিত কয়লা বা কোক ও চুনাপাথরের (CaCO_3) সঙ্গে মিশ্রিত করা হয়। এই মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয় ঘূর্ণায়মান চুল্লীতে (Revolving



বিভাবসাবেটারী চুল্লীতে সল্টকেক (Na_2SO_4) প্রস্তুতি ও
হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপাদন

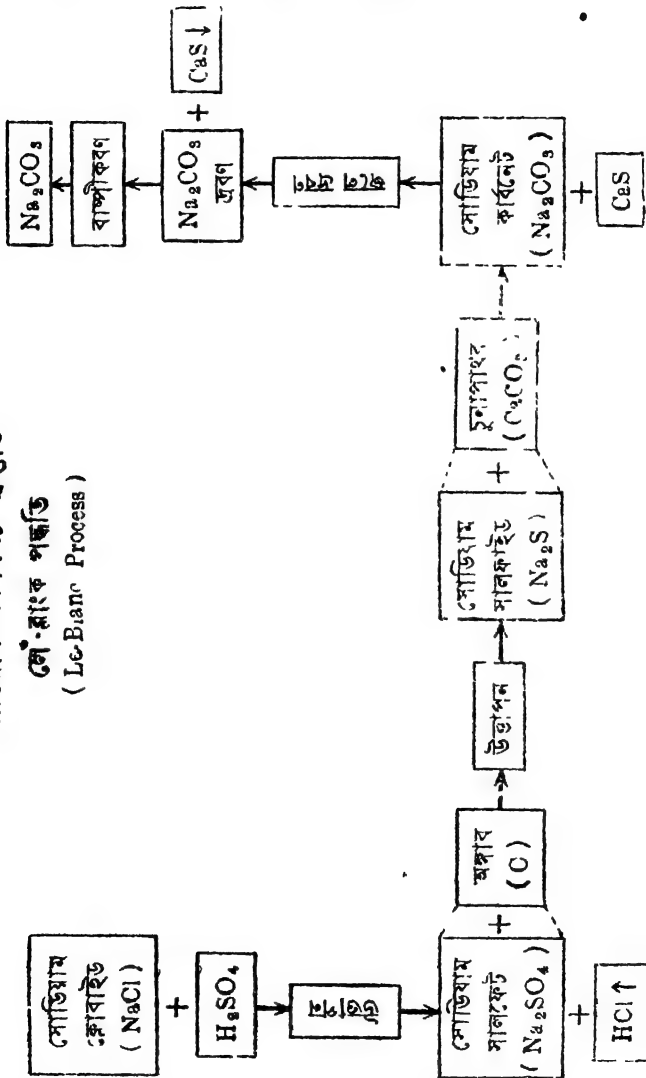


ঘূর্ণায়মান চুল্লীতে সোডা প্রস্তুতি

(furnace)। এই চুল্লীর দহন-পাত্রটির আকৃতি ঢাকের লায় এবং ইহার ভিতরে অগ্নিসহ্য যন্ত্রিকার প্রলেপ দেওয়া থাকে। এই ঢাকের আকৃতি দহন-পাত্রের বিকাবক মিশ্রণ তবিয়া দহন-পাত্রটি অবিরাম আবর্তিত করিয়া একদিকে সল্ট কেক, কোক ও

চূনাশাথর মিশ্রিত করা হয় এবং অপরদিকে আলানো গ্যাসদ্বারা দহন-পাত্রটিকে উত্তপ্ত করা হয়। এক্ষণে বিক্রিয়ায় তৈরী হয় সোডিয়াম কার্বনেট ও ক্যালসিয়াম

সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতি
লে-ব্লাংক পদ্ধতি
(Le-Blanc Process)



সালফাইড এবং ইহাদের মিশ্রণকে (Na₂CO₃ + CaS) বলা হয় কালো ভস্ম বা ব্ল্যাক অ্যাশ (Black ash)। এই ব্ল্যাক অ্যাশ জ্বলিত করিয়া অজবীয় ক্যালসিয়াম সালফাইড বিচ্ছিন্ন করা হয় এবং সোডিয়াম কার্বনেট জারণ বাষ্পায়িত

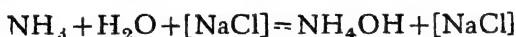
করিয়া দানাদার সোডা (soda crystal— $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) প্রস্তুত করা হয়। এই সোডা উত্তপ্ত (calcined) কবিশা অনাঙ্গ সোডা ভস্ম (anhydrous soda ash) তৈরী করা হয়।

লে ন্যাংক পদ্ধতি ব্যবসাধ্য বলিয়া বর্তমানে পবিত্রাজ্যে কিছু সল্ট কেক ও হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড তৈরী করার জন্য এই পদ্ধতির প্রথম অংশ এখনও কার্যকরী রাখা হইয়াছে।

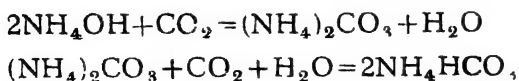
2. অ্যামোনিয়া-সোডা বা সল্ভে পদ্ধতি (Ammonia-Soda or Solvay Process)

রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemistry of extraction or Chemical principle): অ্যামোনিয়া সোডা বা সল্ভে পদ্ধতিতে বাসায়নিক উপাদান-রূপে ব্যবহৃত কবা হয়—(ক) সম্পৃক্ত সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ তথা ঘন ব্রাইন দ্রবণ (brine), (খ) অ্যামোনিয়া গ্যাস (NH_3) এবং (গ) কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস (CO_2)।

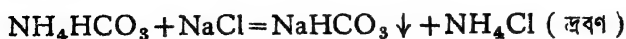
(i) প্রথমে সম্পৃক্ত লবণ-দ্রবণ তথা ঘন ব্রাইনের সঙ্গে পর্যাপ্ত পরিমাণে অ্যামোনিয়া গ্যাস মিশ্রিত কবিয়া একটি অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত লবণ-দ্রবণ তৈরী করা হয়। অর্থাৎ ইহা কার্বন অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ও লবণের একটি সম্পৃক্ত দ্রবণে পরিণত হয়। যথা:



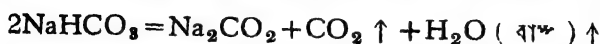
(ii) এই অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত ঘন লবণ দ্রবণের মধ্যে চালান হয় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস। ইহাতে কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং অ্যামোনিয়া সম্পৃক্ত লবণ দ্রবণের মধ্যে প্রথম পর্যায়ের বিক্রিয়াব ফলে অ্যামোনিয়াম কার্বনেট গঠিত হয়। অতিবিক্ত কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস দ্বিতীয় পর্যায়ে এই অ্যামোনিয়াম কার্বনেটে বাই-কার্বনেটে পরিণত হবে। যথা:



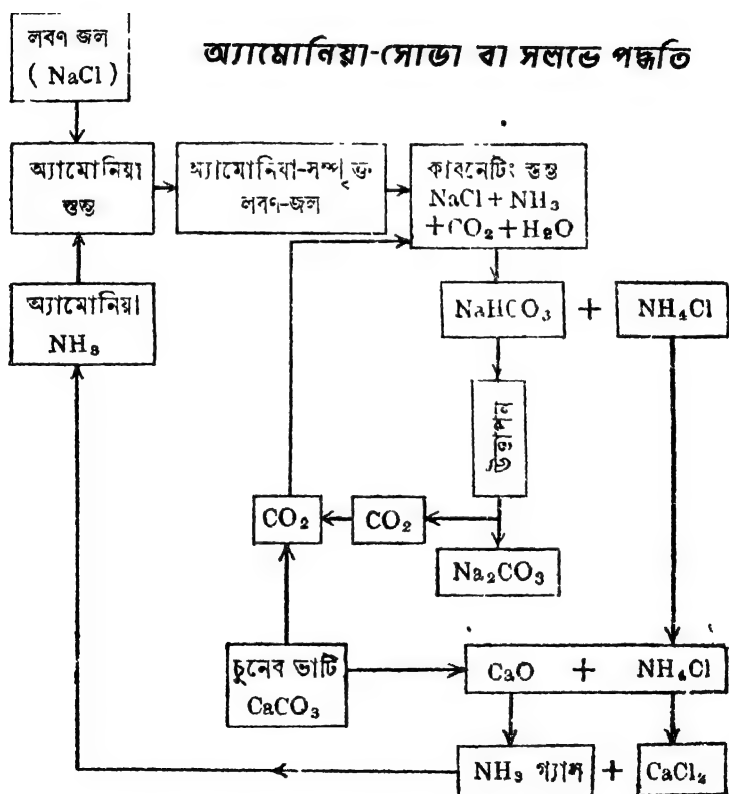
(iii) তৃতীয় পর্যায়ে, এই অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেট সম্পৃক্ত লবণ দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই-কার্বনেট এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড গঠন হবে। সোডিয়াম বাই-কার্বনেট স্বল্প দ্রবণীয় বলিয়া দ্রবণের তলায় অধঃক্ষেপ রূপে সঞ্চিত হয় এবং দ্রবণে মিশ্রিত থাকে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড। যথা:



(iv) এই সোডিয়াম বাই-কার্বনেট অধঃক্ষেপ ফিলটাৰ বা পৰিস্কৃত কৰিয়া ইহাকে শুষ্ক এবং উচ্চ তাপাংকে (180°C) উত্তপ্ত কৰিলে সোডিয়াম কাৰ্বনেট এবং কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প তৈরী হয়। গ্যাস দুইটির নিৰ্গমনের ফলে অবশেষরূপে পাওয়া যায় শুষ্ক নিকটক সোডিয়াম কাৰ্বনেট। যথা :

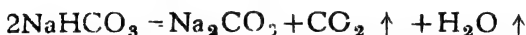
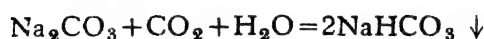
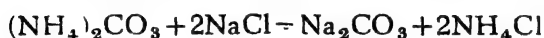
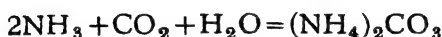


একপ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সোডিয়াম কাৰ্বনেটকে সোডা ভস্মও (Soda Ash) বলা হয়।



[মেলরের রাসায়নিক পদ্ধতি (Mellor's Process) : বিজ্ঞানী মেলরের অভিমতে অ্যামোনিয়া সোডা পদ্ধতিতে বিক্রিয়া ঘটে অল্পভাবে। মেলবের মতে ঘন লবণ দ্রবণ অ্যামোনিয়া দ্বাৰা সম্পৃক্ত করাৰ পরে ইহাতে

কার্বন ডাই-অক্সাইড চালাইলে প্রথম পর্যায়ে অ্যামোনিয়াম কার্বনেট গঠিত হয়। দ্বিতীয় পর্যায়ে এই অ্যামোনিয়াম কার্বনেট সোডিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী হবে। তৃতীয় পর্যায়ে এই সোডিয়াম কার্বনেট অতিবিক্রিয় কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই-কার্বনেটে পরিণত হয় এবং ইহা ব স্বল্প দ্রবণতাব জন্ত এই সোডিয়াম বাই-কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। এই সোডিয়াম বাই কার্বনেট পরিশুদ্ধ, শুষ্ক ও উত্তম কবিত্বা সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত করা হয়। বিক্রিয়া, মেলবের মতে, অনুরূপ :



মেলব বলেন যে অ্যামোনিয়াম বাই-কার্বনেটও স্বল্প দ্রবণীয় এবং ইহা গঠিত হইলে বিক্রিয়া তাপহাবকে বা এণ্ডোথার্মিক হইত কিন্তু কার্বন বিক্রিয়া তাপ উদ্ভাবক বা একসোথার্মিক। তাই, তিনি বলেন যে অ্যামোনিয়াম বাই কার্বনেট গঠিত না হইয়া দ্বিতীয় পর্যায়ে সোডিয়াম কার্বনেট গঠিত হয়।

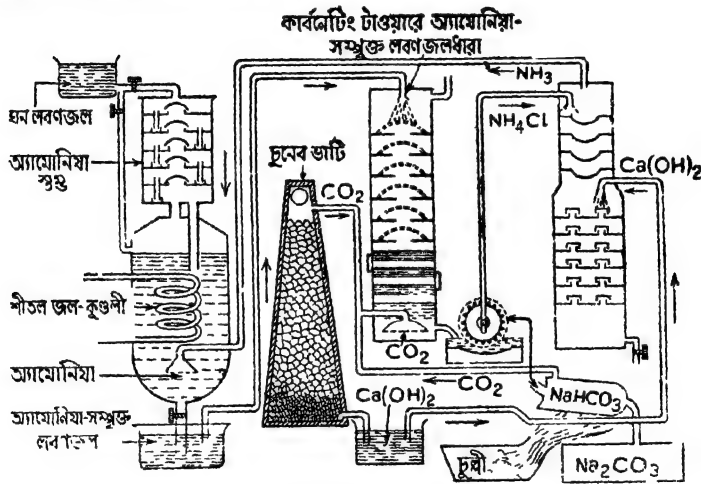
যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : সোডিয়াম কার্বনেট উৎপাদনের কারখানায় দুইটি স্তম্ভ ব্যবহৃত করা হয়। প্রথমে অ্যামোনিয়া-স্ফেড গন লবণ-জলের সঙ্গে অ্যামোনিয়া মিশ্রিত করিয়া অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণ-জলের দ্রবণ তৈরী করা হয়। দ্বিতীয় স্তম্ভটির নাম কার্বনেটিং টাওয়ার (carbonating tower)। এই স্তম্ভে অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণ-জলের সঙ্গে কার্বন ডাই-অক্সাইড মিশ্রিত করিয়া রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী করা হয় চুন-ভাটিতে চুনাপাথর দহন করিয়া। অ্যামোনিয়াম ও কার্বন ডাই-অক্সাইড একবার উৎপন্ন হইলে দারবাব ইহাদের উপজাত (by-product) পদার্থরূপে ব্যবহার করা যায়।

প্রথম স্তম্ভটির ওপর হইতে ঘন লবণ-জল ঝরানো হয় উপরে-নীচে সারি সারি স্তম্ভগুলি সজ্জিত প্লেটের উপরে। স্তম্ভের মধ্যে অ্যামোনিয়া পাঠানো হয় অভিক্ষেপ হইতে। নিম্নগামী লবণ-জলের দ্বারা উষ্ণগামী অ্যামোনিয়া গ্যাস সজ্জিত প্লেটের মধ্যে ঘনিষ্ঠভাবে মিশ্রিত হইবার সুযোগ লাভ করে। এইভাবে অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত

যে লবণ-জলের দ্রবণ তৈরী হয় তাহা শুষ্কতার তলায় বসিত গ্রাহক পাড়ে সংগৃহীত হয়। যে উদ্ভূত অ্যামোনিয়া নির্গম-নলের মাধ্যমে নির্গত হইয়া যায় তাহা আবার অ্যামোনিয়া শুষ্কতার তলদেশে পাঠানো হয়।

অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত দ্রবণ 40°C — 60°C তাপাংকে রাখার প্রয়োজন হয়। তাই, শুষ্কতার তলদেশে দ্রবণের গ্রাহকপাড়ে বসিত কুণ্ডলী-নলের ভিতর দিয়া শীতল জল প্রবাহিত করিয়া তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত করা হয়। কারণ, উচ্চতাপে লবণ-জলের মধ্যে অ্যামোনিয়ার দ্রবণীয়তা হ্রাস পায়।

দ্বিতীয় শুষ্কতা কার্বনেটে টাওয়ারে (carbonating tower) উপর হইতে কবানো হয় অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণ-জলের দ্বারা এবং শুষ্কতার তলদেশ হইতে



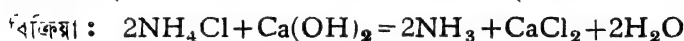
অ্যামোনিয়া সোডা (সল্ট) পদ্ধতির বাস্তবিক ব্যবস্থা

পাঠানো হয় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস। শুষ্কতার মাঝখানে সারি সারি সজ্জিত প্লেটের নিম্নপাশী অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণ-জলের সঙ্গে উষ্ণপাশী কার্বন ডাই-অক্সাইডের ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে তাহাতে প্লেটের উপরে সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের অধঃক্ষেপ পড়ে এবং ইহা নিচে পড়িয়া শুষ্কতার তলায় সংগৃহীত হয়। শুষ্কতার তাপ নির্দিষ্ট রাখা হয় 30°C — 40°C তাপাংকের মধ্যে এবং শেষ পর্যায়ে তাপাংক 15°C পর্যন্ত নামান হয়।

এই সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ঘূর্ণায়মান সাক্সন ফিল্টারের (Rotary suction filter) সাহায্যে পৃথক করিয়া জলে ধুইয়া ও শুষ্ক করিয়া 180°C তাপাংকে

উত্তপ্ত কবিশা সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী হয়। এরূপ সোডা ভস্ম 99.5% বিশুদ্ধ। এই বিক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসও তৈরী হয়। এই কার্বন ডাই-অক্সাইড কার্বনেটিং টাণ্ডারে পাঠাইয়া পুনরায় ব্যবহার করা হয়।

অ্যামোনিয়া পুনরুদ্ধার (Recovery of Ammonia) : ইহা কবা হয় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে। সমগ্র বিক্রিয়ায় অবশেষ রূপে পাওয়া যায় অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড। প্রথম অবস্থায় কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী করার জন্য চুনাপাথর দগ্ধ কবাব পবে অবশিষ্ট থাকে চুন (CaO)। ইহা জলের সঙ্গে মিশাইয়া স্লেজ লাইমে $[Ca(OH)_2]$ পরিণত করা হয়। $[CaCO_3 = CaO + CO_2, CaO + H_2O = Ca(OH)_2]$ । অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে এই স্লেজ লাইমেব বিক্রিয়া ঘটাইয়া তৈরী কবা হয় অ্যামোনিয়া। এই অ্যামোনিয়া পুনরায় ব্যবহার কবিশা সলভে বিক্রিয়া চালু রাখা হয়।



বর্তমানে সলভে পদ্ধতিতে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড হইতে অ্যামোনিয়া পুনরুদ্ধারের প্রয়োজন হয় না। সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন সম্বন্ধে যুক্ত কবিশা অ্যামোনিয়া তৈরী কবা হয় এবং তাহাই সলভে পদ্ধতিতে ব্যবহার করা হয়। সলভে পদ্ধতিতে যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড তৈরী হয় তাহা সাবরূপে ব্যবহার কবা হয়।

সলভে পদ্ধতির শ্রেষ্ঠতা : (i) এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত বাচমাল সম্ভা বলিয়া সোডা উৎপাদনের খরচ কম। (ii) এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সোডা অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ (96.5% বিশুদ্ধ) (iii) এই পদ্ধতিতে উৎপাদন ক্ষমতা বেশী। (iv) এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত উপজাত পদার্থ অ্যামোনিয়া ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপাদনের উপাদানরূপে বাব বাব ব্যবহার কবা যায়। (v) এই পদ্ধতিতে অধিক উত্তাপের প্রয়োজন হয় না। (vi) এই পদ্ধতিতে যে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট তৈরী হয় তাহা শুষ্করূপে এবং বেকারীতে বেকিং পাউডার রূপে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

এই পদ্ধতিতে অসুবিধা এই যে অ্যামোনিয়া-সংস্পৃক্ত লবণ দুর্গন্ধ-যুক্ত এবং ইহা ক্ষাবধমী। উপজাত দ্রব্যরূপে যে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড তৈরী হয় তাহার বিশেষ কোন ব্যবহার নাই।

বর্তমানে সলভে পদ্ধতিই সোডা প্রস্তুতির প্রধান উপায়। লে' ব্ল্যাংক পদ্ধতি ব্যয়সাধ্য এবং এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সোডা অপবিশুদ্ধ। সল্ট-কেক ও

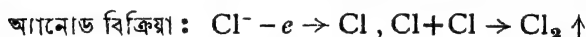
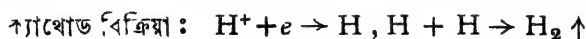
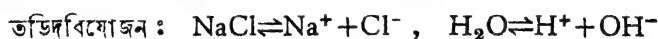
হাইড্রোক্সোবিদ্যুৎ অ্যাসিড তৈরী করার জন্য লে' ব্যাংক পদ্ধতির শুধু প্রথমংশ এখনও প্রচলিত রহিয়াছে।

3. তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতি

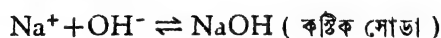
(Electrolytic Process)

রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical principle) : সম্পূর্ণ লবণ-জলের তড়িদ্বিচ্ছেদনে কঠিক সোডা (NaOH) এবং ক্লোবিন উৎপন্ন হয়। এই কঠিক সোডাও মধো কার্বন ডাই-অক্সাইড চালাইয়া সোডিয়াম কার্বনেট বা সোডা তৈরী করা হয়।

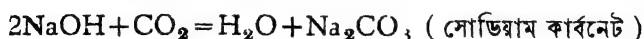
(i) সম্পূর্ণ ঘন লবণ-জল (brine) তথা সোডিয়াম ক্লোরাইডের ঘন দ্রবণে তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে দ্রবণে সোডিয়াম, ক্লোরাইড, হাইড্রোজেন এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন (Na^+ , Cl^- , H^+ , OH^-) বর্তমান থাকে। এক্ষেত্রে দ্রবণের তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে হাইড্রোজেনের কম তড়িদ্বিকিরণের আগ্রহের বা বিভবতাব (discharge potential) জন্য ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। পক্ষান্তরে বিপরীত কাণে অ্যানোডে উৎপন্ন হয় ক্লোরিন। যথা :



(ii) তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন ও হাইড্রোক্সিল আয়ন বর্তমান থাকে এবং ইহাদের সংযোগে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড বা কঠিক সোডা গঠিত হয়। যথা :



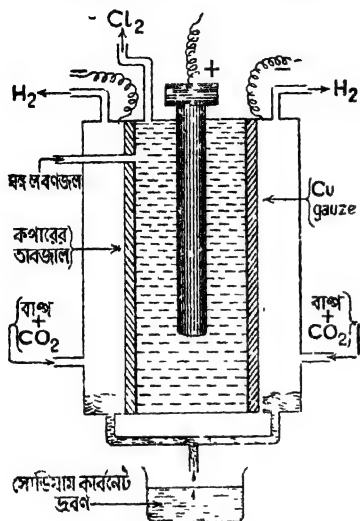
(iii) এই কঠিক সোডাও মধো কার্বন ডাই-অক্সাইড চালাইয়া সোডিয়াম কার্বনেটে উৎপন্ন করা হয়। যথা :



(iv) এই সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ বাষ্পায়িত কবিয়া স্ফটিকাকারে সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী করা হয়।

যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : উদ্ভাবকের নামানুসারে এই পদ্ধতিকে অনেক সময় হার্গ্রেভস্ বার্ড পদ্ধতিও (Hargreaves-Bird Process) বলা হয়। এই পদ্ধতিতে লবণ-জলের তড়িদ্বিচ্ছেদন করা হয় বিশেষ ধরনের বৈদ্যুতিক সেলে (cell)। সেলের আবদ্ধ পাত্রটি লোহা দ্বারা

তৈরী। সেলটি দুইটি পুক এবং সচ্ছিন্ন অ্যাসবেসটস পর্দা (diaphragm) দ্বারা ত্রি-কক্ষে বিভক্ত। অ্যাসবেসটস পর্দার বাহিরের প্রাচীর ভাষাভাষে তারজাল দ্বারা আবৃত। এই ভাষাভাষে তারজালকে ক্যাথোড রূপে ব্যবহার করা হয়। অ্যাসবেসটস কক্ষে একটি বা দুইটি কার্বন-দণ্ড বুলানো থাকে। এই কার্বন-দণ্ড অ্যানোড রূপে ব্যবহৃত হয়। বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রবেশের জন্য লোহাভ সিলের বাহরের প্রাচীরে আগম-নল (inlet) ফিট করা থাকে।



হাইড্রোজেন-বায়ু পদ্ধতির যান্ত্রিক ব্যবস্থা

হঠাৎ যাব এবং ক্যাথোডের কাছে সোডিয়াম ও হাইড্রোক্সিল আয়ন তখন সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ($\text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NaOH}$) সঞ্চিত হয়।

কার্বন-দণ্ডে উৎপন্ন হয় ক্লোরিন গ্যাস। এই ক্লোরিন গ্যাস নির্গম-নলের পথে বাইবে পাঠানো হয়। এই ক্লোরিন ব্রিচিং পাউডার বা হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড তৈরী করার জন্য ব্যবহৃত করা হয়।

তারজালে যে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) সঞ্চিত হয় তাহা আগম-নলের পথে আগন্ত বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী করে।

এরূপ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে প্রায় 12% সোডিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত থাকে। এই মিশ্রিত দ্রবণ অল্পপ্রেশ বাষ্পায়কে (vacuum evaporator) বাষ্পীভূত করিয়া সোডিয়াম ক্লোরাইড বিচ্ছিন্ন করা হয়। কাবণ, লবণের দ্রবণীয়তা সোডিয়াম কার্বনেটের চেয়ে কম। সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ শেষ পর্যায়ে বাষ্পায়িত করিয়া সোডার দানায় পরিণত করা হয়।

লে ল্যাক্স, সল্ভে ও তড়িদবিশ্লেষণ পদ্ধতির তুলনা
বিভিন্ন পদ্ধতির সুবিধা

1. লে ল্যাক্স পদ্ধতি	2. সল্ভে পদ্ধতি	3. তড়িদবিশ্লেষণ পদ্ধতি
(i) উপজাত পদার্থ- রূপে HCl উৎপন্ন হয়।	(i) লবণ ও চূনা পাথর সস্তা বলিয়া সোডা উৎপাদনের ব্যয় কম।	(i) এই পদ্ধতিতে সবচেয়ে কম ব্যয়ে সোডা উৎপন্ন করা যায়।
(ii) কালো ভস্মাব (black ash) অজবীয় অংশ হইতে সালফার নিষ্কাশিত করা হয়।	(ii) উপজাত দ্রব্যরূপে যে NH_3 এবং CO_2 পাওয়া যায় তাহা বারং- বাব ব্যবহার করা যায়।	(ii) বিশেষ বিশুদ্ধ সোডা তৈরী করা যায়।
(iii) সল্ট কেক প্রচুর পরিমাণে কাচ শিল্পে ব্যবহৃত হয়।	(iii) উৎপন্ন সোডা প্রায় 99.5% বিশুদ্ধ।	(iii) উপজাত দ্রব্যরূপে প্রাপ্ত ক্লোরিন ব্রিচিং পাউডার ও অন্যান্য শিল্পে ব্যবহার করা হয়।
	(iv) এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত সোডিয়াম বাই-ক্যাবনেট ঔষধরূপে এবং স্ফটিক শিল্পে ব্যবহার করা হয়।	(iv) উপজাত হাই- ড্রোজেন HCl তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা যায়।
	(v) এই পদ্ধতি ব উৎপাদন ক্ষমতা বেশি।	

বিভিন্ন পদ্ধতির অসুবিধা

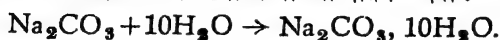
(i) এই পদ্ধতি সব- চেয়ে ব্যয়সাধ্য।	(i) উপজাত ক্লোরিন অব্যবহৃত থাকিয়া নষ্ট হইয়া যায়।	(i) এই পদ্ধতির অসুবিধা সামান্য। ক্লোরিনের ব্যব- হারের চেয়ে সোডার চাহিদা অনেক বেশি বলিয়া এই পদ্ধতির শ্রেষ্ঠতা সত্ত্বেও শিল্পক্ষেত্রে সল্ভে পদ্ধতিতেই অধিকতর সোডা উৎপন্ন করা হয়।
(ii) প্রাপ্ত সোডা পরিমিত নয়।	(ii) বেশি $NaCl$ ব্যয় হয়।	(ii) বৈদ্যুতিক শক্তির উপর নির্ভরশীল।
(iii) ক্ষতিকারক গ্যাস উপজাত দ্রব্যরূপে উৎপন্ন হয়।	(iii) NH_3 সংরক্ষণের জন্য বিশেষ ব্যবস্থা কবিত্তে হয়।	
	(vi) NH_3 সম্পৃক্ত লবণ জল দুর্গন্ধযুক্ত।	
	(v) উপজাত $CaCl_2$ ব্যবহার করা হয় না।	

সোডিয়াম কার্বনেটের ধর্ম

সোডিয়াম কার্বনেট পাওয়া যায় তিন আকারে। যথা :

(i) স্ফটিকাকার সোডা (Crystal carbonate) :

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$: অনার্দ সোডা জলে দ্রবীভূত করিয়া সেই দ্রবণ বাষ্পায়িত করিলে স্ফটিকাকার সোডা পাওয়া যায়। যথা :

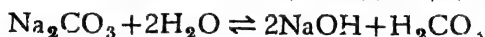


(ii) সাধারণ সোডা (Washing Soda) : ইহাব ফর্মুলা— $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. স্ফটিকাকার সোডাব নিয়ন্ত্রিত উত্তাপনে ইহা প্রস্তুত করা যায়।

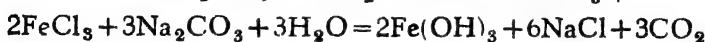
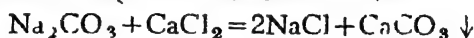
(iii) সোডা ভস্ম (Soda ash) : উত্তাপে বিশুদ্ধ স্ফটিক জলহীন অনার্দ সোডাকে বলা হয় সোডা অ্যাস বা ভস্ম। ইহাব ফর্মুলা— Na_2CO_3 .

(iv) তাপ-ক্রিয়া (Action of heat) : 851°C তাপাংকে সোডিয়াম কার্বনেট বিগলিত হয় কিন্তু ভাঙ্গিয়া অণুগত যৌগে রূপান্তরিত হয় না।

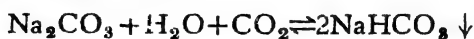
(v) আর্দ্রবিশ্লেষণ (Hydrolysis) : সোডিয়াম কার্বনেট জলীয় দ্রবণে আর্দ্রবিশ্লেষিত হয় বলিয়া ইহাব দ্রবণে ক্ষাবর্ষ প্রকাশ পায়। যথা :



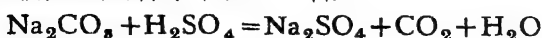
(vi) ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া : অধিকাংশ ধাতব দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয় ঘটা ইহা ইহা অদ্রবণীয় ধাতব লবণ অধঃক্ষিপ্ত করে $[\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \downarrow]$ । এমন কোন ক্ষেত্রে ক্ষাবর্ষীয় লবণ অধঃক্ষিপ্ত করে এবং হাইড্রোকসাইড বা অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত করে। যথা :



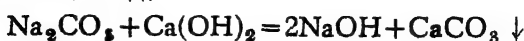
(vii) বাই-কার্বনেট গঠন : সোডিয়াম কার্বনেটের জলীয় দ্রবণে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) প্রবাহিত করিলে স্নল দ্রবণীয় সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের অধঃক্ষেপ পড়ে। যথা :



(viii) অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া : ইহা খনিজ অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যাসিডের লবণ গঠন করে। যথা :



(ix) কলিচুনের সঙ্গে বিক্রিয়া : কলিচুনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় (80°C) কষ্টিক সোডা গঠন করে। যথা :



(x) **মিশ্ৰ লবণ** (Mixed Carbonates) গঠন : সম আণবিক ওজনৰ পৰিমাণে (equimolecular amount) সোডিয়াম কাৰ্বনেট ও বাই-কাৰ্বনেটৰ মিশ্ৰণ 35°C তাপাংকে শীতল কৰিয়া বাষ্পায়িত কৰিলে, সোডিয়াম সেসকুই-কাৰ্বনেট (Sodium sesqui-carbonate—সাজিমাটি) অৰ্থাৎ, **মিশ্ৰ-কাৰ্বনেট—বাই-কাৰ্বনেট স্ফটিক** তৈৰী হয়। যথা :

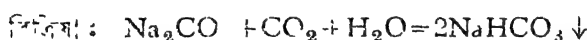


সোডিয়াম কাৰ্বনেটৰ ব্যৱহাৰ : (i) কাচ, সাবান ও কষ্টিক সোডাৰ প্ৰস্তুতিতে, (ii) সূতি-শিল্পে, (iii) জলৰ ক্ষাৰকতা দূৰীকৰণে, (vi) কাগজ শিল্পে, (v) অত্যন্ত সোডিয়ামেৰ যৌগ (বোৰাক্স বা সোহাগা) উৎপাদনে (vi) বেকিং পাউডাৰ (NaHCO_3) তৈৰীৰ তলা, (vii) কাপড কাচাব প্ৰযোজনে এবং (viii) বসায়নাগাবেৰ বিকাৰকৰূপে—সোডিয়াম কাৰ্বনেট প্ৰধানত ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ইয়া বহু শিল্পে বিশেষ প্ৰয়োজনীয় একটি ভাৱী বাসায়নিক (heavy chemical) দ্ৰব্য।

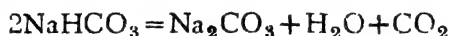
সোডিয়াম বাই-কাৰ্বনেট

(Sodium bi carbonate)

সলভে পদ্ধতি অৱস্থায়ী অথবা সোডিয়াম কাৰ্বনেট দ্ৰৱণে কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড প্ৰবাহিত কৰিয়া অদ্ৰৱণীয় সোডিয়াম বাই-কাৰ্বনেট তৈৰী কৰা হয় এবং ইয়া কিলটাৰ ক, গ্ৰা পৃথক কৰিয়া শুষ্ক কৰা হয়।



ইয়া জলে সামান্য দ্ৰৱণীয়। 100°C তাপাংকে ইয়া কাৰ্বনেটে পৰিণত হয়। যথা :



ইয়া ঔষধ ৰূপে এবং বেকিং পাউডাৰ ৰূপে প্ৰচুৰ পৰিমাণ ব্যৱহৃত হয়।

কষ্টিক সোডা বা সোডিয়াম হাইড্ৰোক্সাইড

(Caustic Soda)

কষ্টিক সোডা অত্যন্ত প্ৰধান ক্ষাৰ বা আলকালী। বোধ হয় ভাৰতীয় 'ক্ষাৰ' শব্দটি জাবৰ দেশে 'কাল' শব্দে ৰূপান্তৰিত হইয়া আবৰী আল-কালী শব্দে পৰিণত হইয়াছে। প্ৰাচীন ভাৰতে ক্ষাৰেৰ পৰিচয় জানা ছিল এবং ভাৰতীয় বসায়নীয়া ক্ষাৰকে 'মৃদু ক্ষাৰ', 'মধ্যম ক্ষাৰ' ও 'দীৰ্ঘ ক্ষাৰ'—এই তিনি শ্ৰেণীতে ভাগ কৰেন।

কস্টিক সোডা প্রস্তুত

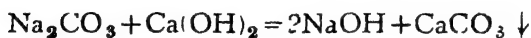
(Preparation of Caustic Soda)

কস্টিক সোডা তৈরী করা হয় তিন রকম পদ্ধতিতে। যথা :

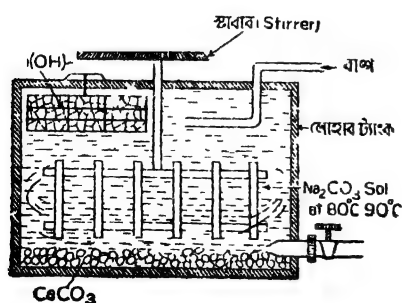
1. সোডা-কলিচুন বা সোডার ক্ষারীকরণ পদ্ধতি (Slaked lime or Causticising process)
2. তড়িদ্বিলেপন পদ্ধতি (Electrolytic process)
3. কাস্টনার-কেলনার পদ্ধতি (Castner-Kellner process)

1. ক্ষারীকরণ বা সোডা-কলিচুন পদ্ধতি (Slaked lime or Causticising process)

রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical process) : সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণেব সঙ্গে কলিচুন অর্থাৎ ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড $[Ca(OH)_2]$ ফুটাইলে কস্টিক সোডা ও ক্যালসিয়াম কার্বনেট তৈরী হয়। কস্টিক সোডা জলে দ্রবণীয় কিন্তু ক্যালসিয়াম কার্বনেট অদ্রবণীয়। কস্টিক সোডা দ্রবণ আশ্রাবিত করিয়া এবং ইহা ভিন্নপাত্রে বাগিয়া বাষ্পায়িত করিয়া কঠিন কস্টিক সোডার দানা তৈরী করা হয়। সোডিয়াম কার্বনেট মুহূক্ষার কিন্তু কস্টিক সোডা তীব্র ক্ষার। তাই, সোডা—কলিচুন পদ্ধতিকে সোডাব ক্ষারীকরণ পদ্ধতি বলা হয়। ক্ষারীকরণেব বিক্রিয়া খণ্টে নিম্নরূপভাবে :



যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : ক্ষারীকরণ পাত্ররূপে একটি চতুষ্কোণ লোহাব ট্যাংক 10—20% সোডাব (Na_2CO_3) দ্রবণে পূর্ণ করা হয়। একটি



ক্ষারীকরণ পদ্ধতিব যান্ত্রিক ব্যবস্থা

80°C—90°C-এর মধ্যে থাকে সেইজন্য দ্রবণেব মধ্যে প্রয়োজন অল্পখায়ী

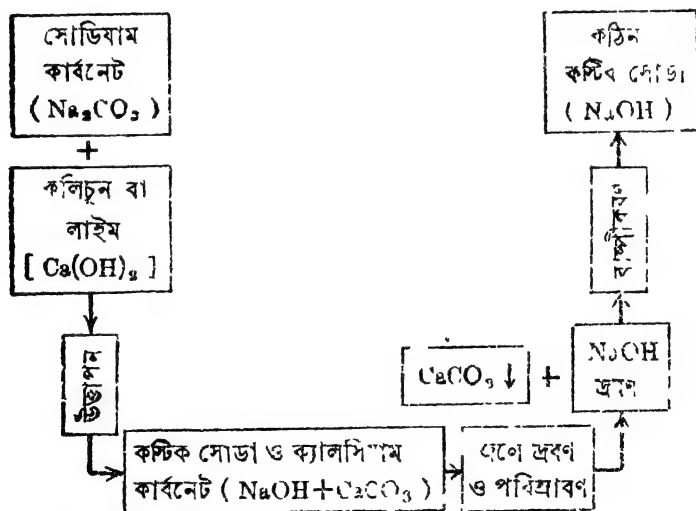
তাবজালের খলিতে কলিচুন $[Ca(OH)_2]$ ভরিয়া এই ট্যাংকেব সোডাব দ্রবণেব মধ্যে ঝুলাইয়া বাখা হয়। সোডাব দ্রবণ ও কলিচুনেব সংযোগে যে উত্তাপ সৃষ্টি হয় তাহাতে দ্রবণ প্রায় ফুটিতে আবন্ত কবে। বিকারক দ্রবণেব তাপমাত্রা যাহাতে

বাষ্প চালানো হয়। সোডা ও কলিচুনেব ঘনিষ্ঠ সংযোগে ক্ষাবীকরণ বিক্রিয়া স্ফুপ্ত করাব উদ্দেশ্যে যান্ত্রিক নাডনকাটা বা আলোডক (stirrer) ব্যবহার করা হয়।

বিক্রিয়া শেষে ক্যালসিয়াম কার্বনেট (CaCO_3) অধঃক্ষিপ্ত হইয়া ট্যাংকের তলায় পড়িয়া যায়। উপর হইতে কঠিক সোডাব (NaOH) দ্রবণ আশ্রাবিত করিয়া লওয়া হয় এবং অহুগ্রেষ বাষ্পায়কে (vacuum evaporator) বাষ্পীভূত কবিয়া 50% ঘন কবা হয় এবং ইহা লোহার পাত্রে পুনরায় বাষ্পায়িত কবিয়া কঠিক সোডার দানা তৈবী করা হয়। এই দানা বিগলিত কবিয়া কঠিক সোডাব গোল-দানা (globules) বা দণ্ড তৈবী কবা হয়।

কঠিক সোডা প্রস্তুতি

1. ক্ষারীকরণ বা সোডা-কলিচুন পদ্ধতি (Lime-Soda Process)

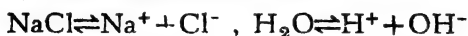


ক্ষাবীকরণ পদ্ধতি জন্ত সোডাব অর্থঃ সোডিয়াম কার্বনেটের প্রয়োজন। এই সোডাও শিল্প-পদ্ধতিতে তৈবী কবা প্রয়োজন। তাই, এই পদ্ধতি ব্যয়সাধ্য। উপবন্ত এই পদ্ধতিতে প্রাপ্ত কঠিক সোডা যথাযথ বিশুদ্ধ নয়।

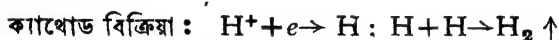
2. তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতি

(Electrolytic process)

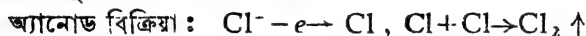
রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical principle) : (i) সোডিয়াম ক্লোরাইডের সম্পৃক্ত দ্রবণেব তড়িদ্বিচ্ছেদনেব পদ্ধতিতে কষ্টিক সোডা (NaOH) তৈরী করা হয়। সম্পৃক্ত লবণ-জলের (brine) তড়িদ্বিয়োজনের ফলে দ্রবণে হাইড্রোজেন, সোডিয়াম, ক্লোরিন ও হাইড্রোক্সিল আয়ন (H^+ , Na^+ , Cl^- , OH^-) বর্তমান থাকে। যথা :



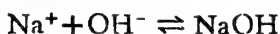
(ii) পজ্জ্জিভ আয়নরূপে সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন আয়নের মধ্যে ক্যাথোডে শুধু হাইড্রোজেন আয়নের তড়িৎ প্রস্রমিত হইয়া হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। যথা :



নেগেটিভ আয়নরূপে ক্লোরিন ও হাইড্রোক্সিল আয়নের মধ্যে অ্যানোডে ক্লোরিন আয়ন ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া প্রথমে ক্লোরিন পবমাণু এবং পবে ক্লোরিন অণুতে পবিণত হয়। যথা :



(iii) একপ তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে দ্রবণে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) বর্তমান থাকে। এই বিপবীতধর্মী আয়নগুলি পবম্পরে আকর্ষিত হইয়া সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড বা কষ্টিক সোডা গঠন করে এবং ইতা দ্রবণেব মধ্যে দ্রবীভূত থাকে। যথা :

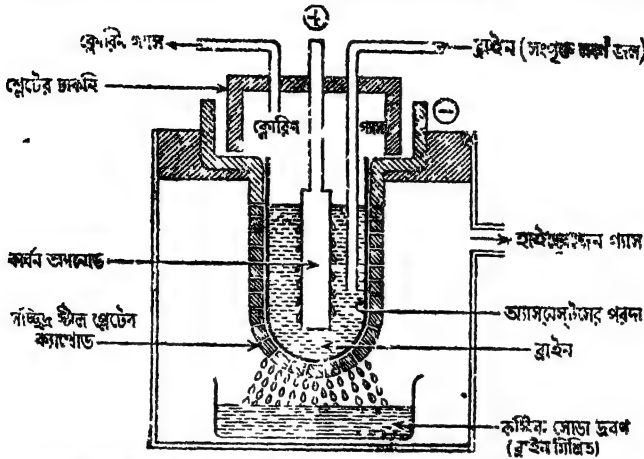


(iv) এই কষ্টিক সোডাব দ্রবণ বাষ্পায়িত কবিয়া কষ্টিন কষ্টিক সোডাব দানা বা দণ্ড (granules or stick) তৈবী কবা হয়।

যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : এই পদ্ধতিতে কষ্টিক সোডা তৈবী কবা হয় তড়িদ্বিচ্ছেদন সেলে। একপ সেল দুইটি কক্ষে বা তিনটি কক্ষে অ্যাসবেসটস পর্দা (diaphragm) দ্বাবা বিভক্ত এবং এই পর্দাব বাইবেব প্রাচীরটি লোহাব তার-জাল দ্বাবা আবৃত। লোহাব এই তাব-জাল ক্যাথোড-রূপে ব্যবহৃত হয়। অ্যাসবেসটস কক্ষে ঝুলানো থাকে একটি কার্বন-দণ্ড। এই কার্বন-দণ্ডটিকে অ্যানোড-রূপে ব্যবহাব কবা হয়। আবদ্ধ অ্যাসবেসটস কক্ষটিব উপবের দিকে থাকে একটি গ্যাস-নির্গম নল। সমগ্র অ্যাসবেসটস পাত্রটি একটি বৃহত্তর লোহাব পাত্রেব মধ্যে স্থাপন কবা হয়।

অ্যাসবেসটস পাত্র ঘন লবণ-জলেব দ্রবণে পূর্ণ কবিয়া রাখা হয়। তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে তাব-জালের উপরে তথা ক্যাথোডে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হইয়া

নির্গত হইয়া যায় এবং তার-জালের কাছে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) সঞ্চিত হয়। সচ্ছিন্ন অ্যাসবেস্টসের ভিতর দিয়া জল চুষাইয়া জলের হাইড্রোক্সিজ



ভেদবিভেগ পদ্ধতিতে কঠিক সোডা প্রস্তুতিব বাস্তবিক বাস্তব বা সেল

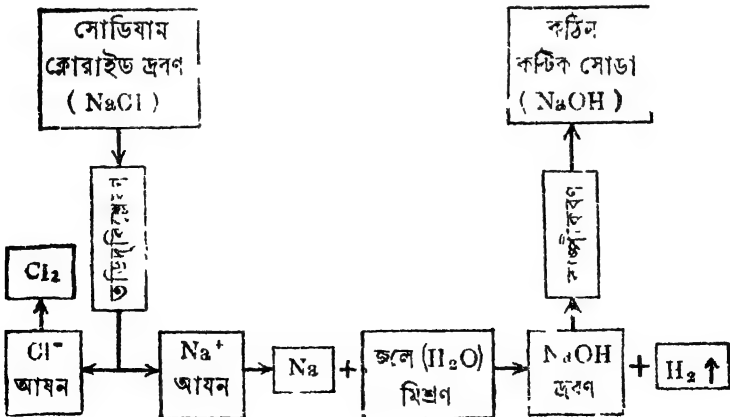
আয়ন (OH^-) সোডিয়াম আয়নের (Na^+) সংগে সংযুক্ত হইয়া কঠিক সোডা (NaOH) তৈরী হয় এবং ইহা জলের মধ্যে দ্রবীভূত থাকে। এই কঠিক সোডার দ্রবণ অনুপ্রবেশ বাষ্পায়কে স্থানান্তরিত এবং বাষ্পীভূত করিয়া কঠিন সোডার দানা বা দণ্ড তৈরী করা হয়।

নির্গত ক্লোরিন নির্গম-নলের পথে সেল হইতে বাহির হইয়া যায়।

এরূপ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত কঠিক সোডায় স্বল্প পরিমাণে লবণ মিশ্রিত থাকে।

ভেদবিভেগ পদ্ধতি :

(Electrolytic Process)



3. কাস্টনার-কেলনার পদ্ধতি (Castner-Kellner Process)

রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical Principle) : কাস্টনার-কেলনার পদ্ধতি সম্পৃক্ত লবণ-জল (brine) তথা সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িদ-বিশ্লেষণেরই একটি বিকল্প পদ্ধতি মাত্র। এই পদ্ধতিতে তড়িদবিশ্লেষণ ক্রিয়া দুই পর্যায়ে এবং দুই কক্ষে (A ও B) সম্পন্ন করা হয়। দ্রবণরূপে ব্যবহৃত কবা হয় ঘন লবণ-জল (brine) বা ঘন সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ।

প্রথম কক্ষে (A) সোডিয়াম উৎপন্ন হয় এবং দ্বিতীয় কক্ষে (B) উৎপন্ন হয় কঠিক সোডা দ্রবণ। তড়িদবিশ্লেষণ পাত্রের তলায় পাবদ বা মার্কারীর একটি স্তর (layer) থাকে। প্রথম কক্ষে (A) এই পাবদ স্তর ক্যাথোডের কাজ করে এবং অ্যানোডরূপে ব্যবহার করা হয় একটি বুলান কার্বন (গ্রাফাইট)-দণ্ড। দ্বিতীয় কক্ষে (B) এই পাবদ বা মার্কারী স্তর অ্যানোডের কাজ করে এবং একটি বুলান লোহা দণ্ড ব্যবহার করা হয় ক্যাথোড রূপে।

প্রথম কক্ষে (A) থাকে ঘন লবণ-দ্রবণ (brine) এবং দ্বিতীয় কক্ষে (B) রাখা হয় কঠিক সোডার জলীয় দ্রবণ (NaOH solution)। তড়িদ-বিশ্লেষণ ক্রিয়ায় কঠিক সোডা তৈরী হয় অল্পরূপভাবে :

(i) প্রথম কক্ষে ঘন লবণ-জলের তড়িদবিশ্লেষণে সোডিয়াম ও ক্লোরিন আয়ন গঠিত হয়। যথা :

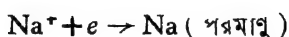


(ii) প্রথম কক্ষে অ্যানোড বিক্রিয়ায় ক্লোরিন উৎপন্ন হয়। যথা :

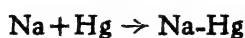


এই ক্লোরিন গ্যাস নির্গম-নলেব মাধ্যমে বাহিব হইয়া যায়।

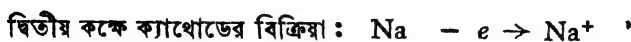
(iii) প্রথম কক্ষে উৎপন্ন সোডিয়াম আয়ন ক্যাথোড বিক্রিয়ায় সোডিয়াম পরমাণুতে পরিণত হয়। যথা :



(iv) এই সোডিয়াম পরমাণু পাত্রের তলায় অবস্থিত মার্কারীর সঙ্গে সোডিয়াম-পাবদ-সংকর (sodium amalgam) গঠন করে। এই সোডিয়াম-পারদ-সংকর যান্ত্রিক উপায়ে দ্বিতীয় কক্ষে প্রেরণ করা হয়। পারদ সংকর গঠন ক্রিয়া :



(v) দ্বিতীয় কক্ষে এই পারদ-সংকরে সোডিয়াম পবমাণু জলের সংযোগে সোডিয়াম আয়নরূপে (Na^+) দ্রবীভূত হইয়া যায়। যথা :

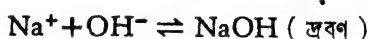


পরমাণু ইলেকট্রন আয়ন

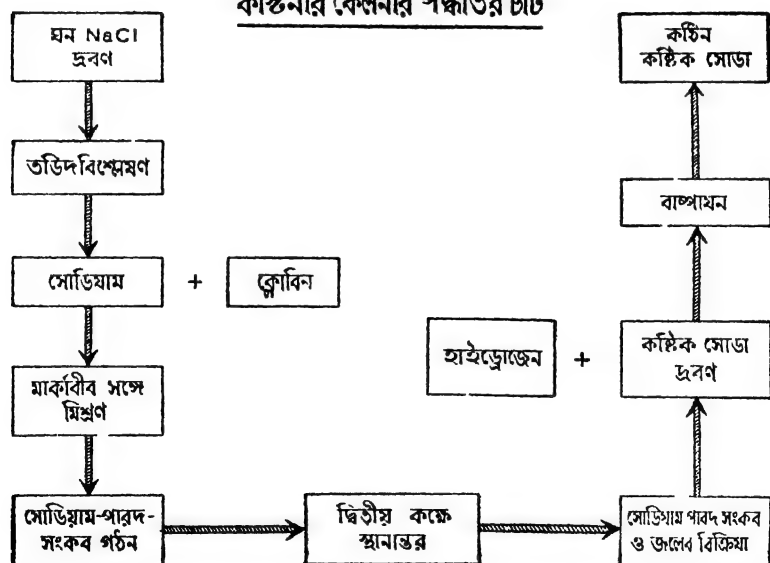
(vi) দ্বিতীয় কক্ষে ক্যাথোড বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন গ্যাস ও হাইড্রোক্সিল আয়ন গঠিত হয়। যথা :



(vii) দ্বিতীয় কক্ষের জলে বর্তমান থাকে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-), ইহা বা পারস্পরিক সংযোগে কঠিক সোডা (NaOH) তৈরী করে এবং ইহা জলে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। যথা :

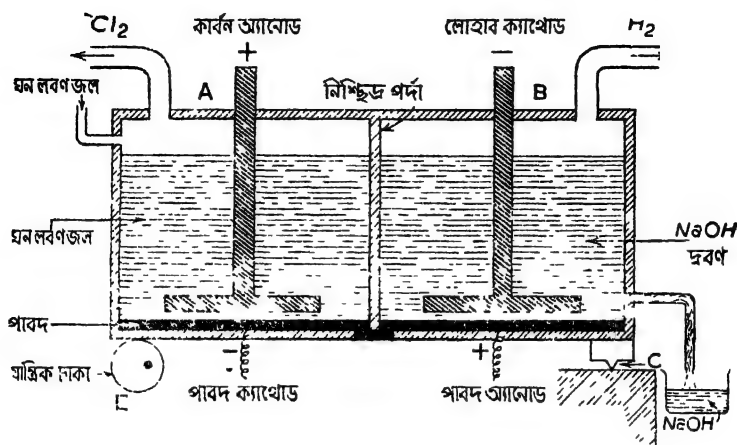


কাস্তনার কেলনার পদ্ধতির চাট



(viii) এই কঠিক সোডার দ্রবণ (40%) বাষ্পায়িত কবিয়া কঠিক সোডার কঠিন দানা বা দণ্ড তৈরী করা হয়। একরূপ কঠিক সোডা অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ এবং বর্তমানে ইহাই প্রধান উৎপাদন পদ্ধতি।

যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা : কাস্টনার-কেলনার পদ্ধতিতে তড়িদ-বিশ্লেষণ সেল স্লেট দ্বারা তৈরী দুইটি কক্ষ গঠিত। প্রথম কক্ষে ঘন লবণ-জলের তড়িদ-বিশ্লেষণ



কাস্টনার-কেলনার পদ্ধতির বাস্তবিক ব্যবস্থা

করা হয় এবং দ্বিতীয় কক্ষে সোডিয়াম-পারদ-সংকবেল সঙ্গে জলের বিক্রিয়া ঘটাইয়া কঠিক সোডা তৈরী করা হয়।

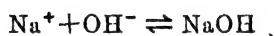
প্রথম কক্ষে (A) অ্যানোড-রূপে, তুলানো থাকে এক বা একাধিক কার্বন দণ্ড এবং কক্ষের তলায় তথা মেঝে প্রলিপ্ত থাকে পারদ বা মার্কারির একটি পুরু স্তর। এই মার্কারির স্তরটিকে ক্যাথোড-রূপে ব্যবহার করা হয়। এই কক্ষে একটি গ্যাস নির্গম-নল ফিট করা থাকে। প্রথম কক্ষের তলায় একটি যন্ত্র-পরিচালিত চাকা (E) (locking wheel) থাকে। এই চাকাটি প্রয়োজনমত সেলটিকে উপর-নাচে উঠাইতে বা নামাইতে পারে।

দ্বিতীয় কক্ষের (B) তলায় তথা মেঝে যে পারদ স্তর থাকে তাহা দ্বিতীয় পর্যায়ের বিক্রিয়ার অ্যানোড-রূপে ব্যবহার করা হয় এবং ক্যাথোড রূপে ব্যবহার করা হয় এক বা একাধিক লোহার দণ্ড। এই কক্ষের উপরের দিকে একটি গ্যাস নির্গম-নল থাকে এবং তলায় দিকে এক পাশে থাকে কঠিক সোডা নির্গমের আরেকটি নল (C)। উভয় কক্ষে প্রয়োজনমত মার্কারি ঢালিয়া যেরেতে পারদ-স্তর তৈরী করা হয়।

প্রথম কক্ষে তড়িদ-বিশ্লেষণের ফলে ক্যাথোডে যে সোডিয়াম উৎপন্ন হয় তাহা ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত পারদের সঙ্গে সোডিয়াম-মার্কারি মিশ্রণ তথা

সোডিয়াম-পারদ সংকর তৈরী কবে। আনোডে উৎপন্ন ক্লোরিন নির্গম-নলের পথে বাহির হইয়া যায়। সোডিয়াম-পারদ-সংকর তৈরী হওয়ার পরে যান্ত্রিক চাকাব সাহায্যে প্রথম কক্ষটি উপরের দিকে তুলিয়া তরল সোডিয়াম-পারদ-সংকর দ্বিতীয় কক্ষের মধ্যে স্থানান্তরিত করা হয়।

এই দ্বিতীয় কক্ষে পারদ আনোড এবং লোহার দণ্ড ক্যাথোডের কাজ করে। তাই, পারদের আনোড হইতে সোডিয়াম আধনরূপে জলের মধ্যে দ্রবীভূত হয়। পক্ষান্তরে হাইড্রোক্সেন লোহাব ক্যাথোডদণ্ডে সঞ্চিত হইয়া নির্গম-নলের পথে বাহির হইয়া যায়। ফলে জলের মধ্যে থাকে সোডিয়াম আধন (Na^+) এবং হাইড্রোক্সিল আধন (OH^-), ইহারাষ্ট পঠন করে কষ্টিক সোডার (NaOH) দ্রবণ।



এই দ্রবণ অল্পপ্রেশ বাষ্পায়কে স্থানান্তরিত করিয়া বাষ্পীভূত করিয়া দানা বা দণ্ডের আকারে কঠিন কষ্টিক সোডা তৈরী করা হয়।

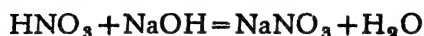
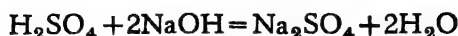
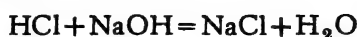
কষ্টিক সোডার ধর্ম

ভৌত ধর্ম : (i) কষ্টিক সোডা সাদা ফটিকাকার পদার্থ। (ii) ইহা বিশেষ উদগ্রাহী পদার্থ। তাই, খোলা অবস্থায় বাখিয়া দিলে ইহা আর্দ্র হইয়া যায়। (iii) ইহা 318°C তাপাংকে বিগলিত হয়। (iv) জলে ইহা বিশেষভাবে দ্রবণীয়। ইহাব 0°C তাপাংকে দ্রবণীয়তা 42, (v) ইহা জৈব তন্তু বিশেষভাবে ক্ষয় করিয়া দেয় এবং স্পর্শে সাবানের গ্রায পিচ্ছিল। (vi) জলে দ্রবীভূত হইবার সময় উহা উত্তাপ সৃষ্টি কবে।

রাসায়নিক ধর্ম : (i) তাপের প্রভাব (Action of heat) : 318°C তাপাংকে কষ্টিক সোডা বিগলিত হয় এবং 1300°C তাপাংকে কষ্টিক সোডা অণু ইহার উপাদানের মৌলরূপে (Na , H_2 , O_2) ভাঙিয়া যায়।

(ii) বায়ুর প্রভাব (Action of air) : উন্মুক্ত বায়ুতে বাখিয়া দিলে কষ্টিক সোডা কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া সোডায় পরিণত হয়। যথা : $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

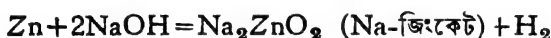
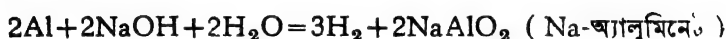
(iii) ক্ষারীয় ধর্ম (Alkaline property): ইহা তীব্র ক্ষাব। তাই, ইহার সংস্পর্শে লাল লিটমাস নীল হইয়া যায় এবং অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লবণ গঠিত হয়। যথা :



(iv) অ্যামোনিয়া বিমোচক (Ammonia liberator): ইহা অ্যামোনিয়ার যে-কোন লবণ হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস বিমুক্ত কবিয়া দেয়। যথা :

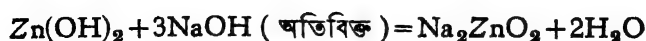
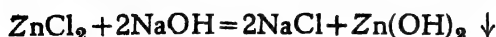
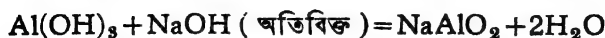
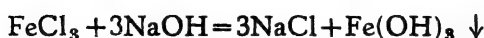


(vi) ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া (Action on metals): ইহা জিংক, অ্যালুমিনিয়াম ও টিনেব সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া লবণ ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যথা :

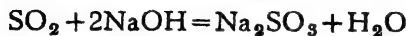
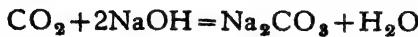
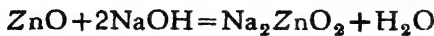
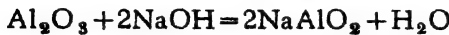


বায়ুতে কষ্টিক সোডা'ব সঙ্গে উচ্চতাপে বিগলিত কবিলে সমস্ত ধাতু বিকৃত হয়।

(vii) ধাতব লবণের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action on salts): অ্যালকালী বা ক্ষারীয় ধাতু (Na, K) ব্যতীত কষ্টিক সোডা দ্রবণ সমস্ত ধাতব লবণের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায় এবং অদ্রবণীয় ধাতব হাইড্রোক্সাইড গঠন করে। লেড, অ্যালুমিনিয়াম ও জিংকেব ত্রায় উভধর্মী (amphoteric) হাইড্রোক্সাইডের ক্ষেত্রে এই সত্তা উৎপন্ন ধাতব হাইড্রোক্সাইড অতিবিক্ত কষ্টিক সোডা দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া যায়। যথা :



(vii) ধাতব ও অধাতব অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action on metallic and non-metallic oxide) : ইহা অ্যাসিডধর্মী ও উভধর্মী ধাতব ও অধাতব অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। যথা :



(viii) অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action on non-metals) : ফসফাস, সালফার ও ক্লোরিন ইত্যাদি অধাতব মৌলের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া প্রধানত হাইড্রাইড (ফসকিন) যৌগ গঠন করে। যথা :



Na-হাইপোকসফাইট



(ক্লোরিনের অধ্যায় দ্রষ্টব্য)

(ix) কাচের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action on glass) : ইহা কাচ ক্ষয় করে। তাই প্রশমন ক্রিয়ায় সাধাবণত ব্যবহৃত করা হয় না।

(x) বিদ্রোহকম পদার্থ (An electrolyte) : ইহা একটি তীব্র বিদ্রোহকম পদার্থ। যথা :



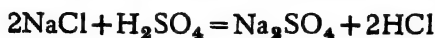
ব্যবহার : (i) সাবান-শিল্পে, (ii) কৃত্রিম সিল্ক উৎপাদনে, (iii) বহু-শিল্পে, (iv) কাগজ-শিল্পে, (v) পেট্রোলিয়াম ও (vi) বকসাইট পরিশোধনে এবং অগ্নাত্ত কাজে প্রচুর পরিমাণে কৃত্তিক সোডা ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়াম সালফেট বা গ্লাবার সল্ট

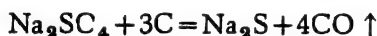
(Glauber's Salt)

উচ্চ তাপে লবণেব সঙ্গে সালফিউবিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড তৈরী করার সময় অথবা লে ব্লাংক পদ্ধতিতে সোডিয়াম কার্বনেট তৈরী করার সময় লবণ ও সালফিউবিক অ্যাসিডের প্রথম বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফেট পাওয়া যায়। এইপ সালফেট লবণ 'কেক'-এর জায় কঠিন আকারে

গঠিত হয় বলিয়া ইহাকে **সল্ট কেক** (Salt cake) বলা হয়। উত্তপ্ত লবণের সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ইহা গঠিত হয়। যথা :

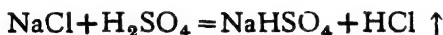


জলে দ্রবীভূত এবং পরে দ্রবণ ঘনীভূত করিয়া সোডিয়াম সালফেটের স্ফটিক গঠন করা যায়। এরূপ স্ফটিকেব ফর্মুলা— $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, ইহা **গ্লাবার লবণ** (Glauber's salt) নামেও পরিচিত। এরূপ স্ফটিক উদভাগী। যথা : $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 9\text{H}_2\text{O}$, ইহা উচ্চতাপে কার্বনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফাইডে (Na_2S) পরিণত হয়। যথা :

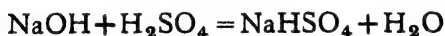


ইহা কাচ-শিল্পে এবং ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট (NaHSO_4) : ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড এবং লবণ (NaCl) বা নাইটারেব (NaNO_3) বিক্রিয়ায় মধ্যম তাপাংকে সোডিয়াম হাইড্রোজেন সালফেট বা বাই-সালফেট ভৈবী হয়। যথা :



সম আণবিক মাত্রায় কষ্টিক সোডা ও সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন সালফেট গঠিত হয়। যথা :



নরমাল সালফেট যোগেব সঙ্গে পৰিমিত সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়াও বাই-সালফেট গঠন করা যায়। যথা :



অতি উচ্চতাপে ইহা সোডিয়াম সালফেট লবণে পরিণত হয়।



চিলি-সোরা বা সোডিয়াম নাইট্রেট

চিলি-সোরা বা নাইটার (nitre) সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO_3) , ইহা হাবার পদ্ধতি আবিষ্কারের পূর্বে নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদনের একমাত্র রাসায়নিক দ্রব্য ছিল। এখনও নাইট্রিক অ্যাসিড উৎপাদনে, চিলি-সোরা বা চিলি সল্টপিটার (Chili Salt petre) প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। বিক্রিয়া :



সোডিয়াম নাইট্রেট জলে বিশেষভাবে দ্রবণীয়, দেখিতে ফটিকাকার, স্বল্প উদ্‌গ্রাহী এবং উত্তাপে অক্সিজেন নির্গত কবিয়া নাইট্রাইট যৌগে পরিণত হয়। যথা :



ইহা নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাসিয়াম নাইট্রেট, সোডিয়াম নাইট্রাইট ও সার উৎপাদনে ব্যবহার করা হয়।

সাধারণ লবণ বা সোডিয়াম ক্লোরাইড

সাধারণ লবণ আমাদের খাওয়ার একটি অপরিহার্য উপাদান। লবণ ব্যতীত সব খাদ্যই স্বাদহীন। এক সময় চীনদেশে অপরাধীর সামনে দিনেব পর দিন লবণহীন প্রচুর সুখাদ্য রাখিবা শেষ পর্যন্ত তাহাকে পাগল বানাইয়া শাস্তি দেওয়া হইত। সমুদ্র বা সামুদ্রিক হ্রদের জলে এবং কঠিন খনিজ পদার্থরূপে প্রচুর পরিমাণে লবণ পাওয়া যায়। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড, সালফিউরিক অ্যাসিড, ক্লোরিন, সোডিয়াম কার্বনেট, কষ্টিক সোডা ইত্যাদি শিল্পের প্রধান উপাদান এই সোডিয়াম ক্লোরাইড লবণ।

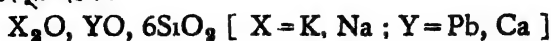
[দ্বিতীয় খণ্ডে ক্লোরিন অধ্যায় দ্রষ্টব্য]

কাচ-প্রস্তুতি ✓

(Preparation of Glass)

প্রাকৃতিক সোডা বস্ফে বালু পোডাইয়া অর্থাৎ বিগলিত করিয়া কাচ তৈরী করার উপায় মিসরদেশে অতি প্রাচীনকালে উদ্ভাবিত হয়। মিসরে এই কাচ-শিল্প ভিনিসের মাধ্যমে ইউরোপে প্রসার লাভ কবে। ভারতে খ্রীষ্টজন্মের পূর্বেও কাচ তৈরী করার উপায় জানা ছিল।

কাচ (Glass) : কাচ সাধারণত বিভিন্ন ক্ষারীয় বা ক্ষারীয় মৃস্তিকা অথবা ভারী ধাতুর সিলিকেট যৌগের একটি জটিল মিশ্র পদার্থ। বস্তুত, কাচ কোন কঠিন পদার্থ নহে,—ইহা গলনাংকের নিচে শীতলীকৃত এক অতি-ঘন তরল (viscous liquid) পদার্থ। ইহা অনিয়তাকার ও স্বচ্ছ। কাচকে অতি শীতল তরলও (Supra cooled liquid) বলা হয়। ইহা আকার পরিবর্তনে অক্ষম। এই মিশ্র পদার্থের একটি উপাদান ক্ষারীয় সিলিকেট (Na_2SiO_3 বা K_2SiO_3) এবং অপর উপাদান ক্ষারীয় মৃস্তিকা বা ভারী ধাতব সিলিকেট (CaSiO_3 বা PbSiO_3)। ইহার মোটামুটি গঠন :



অন্য ভাবে বলা যায় যে সাধারণ কাচ (সোডা লাইম বা নরম কাচ) 10% সোডিয়াম, 5% ক্যালসিয়াম, 1% অ্যালুমিনিয়াম এবং অবশিষ্ট অংশ সিলিকন ও অক্সিজেন মৌল দ্বারা গঠিত। ইহা অ্যালুমিনো সিলিকেট এবং ইহার মধ্যে সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও ক্ষুদ্রকয় জটিল আয়ন সমৃদ্ধ নিমজ্জিত থাকে।

কাচ প্রস্তুত করার জন্য সাধাবণত নিম্নলিখিত পদার্থগুলি ব্যবহৃত করা হয় :

- (i) বালু বা অক্সিজেন সিলিকা (SiO_2),
- (ii) সোডা (Na_2CO_3) বা সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4),
- (iii) পটাস (K_2CO_3),
- (iv) লেড অক্সাইড [PbO (লিথার্জ) বা Pb_3O_4 বেড লেড],
- (v) ক্যালসিয়াম কার্বনেট (CaCO_3), অর্থাৎ চক বা চুনা-পাথর বা চুন (CaO),

(vi) বিগালক : ভাঙ্গা কাচ,

(vii) বিরঞ্জক দ্রব্য : MnO_2 , KNO_3 , Pb_3O_4 ইত্যাদি, এবং

(viii) বঞ্জক : Cu_2O , CuO , Cr_2O_3 , Fe_2O_3 ইত্যাদি।

ইহা ছাড়াও বিভিন্ন ধরনের কাচ নির্মাণের জন্য বিভিন্ন বঞ্জক ও বিরঞ্জক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়।

কিরূপ কাচ তৈরী করা হইবে তার উপরে নির্ভর করে বালুর সঙ্গে কোন্ কোন্ উপাদান কি অনুপাতে মিশ্রিত করা হইবে। বালু বা অক্সিজেন সিলিকা চূর্ণ, সোডা, পটাস, চুন বা লেড অক্সাইডের সঙ্গে একত্র মিশাইয়া উচ্চতাপে (প্রায় 1400°C) বিগলিত করিয়া কাচ তৈরী করা হয়।

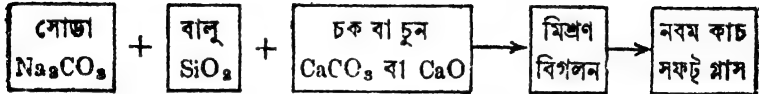
(ক) সাধারণ নরম কাচ (Soft glass) : এইরূপ কাচ তৈরী করা হয় বালু (SiO_2), সোডা (Na_2CO_3) ও চুনের (CaO) মিশ্রণ একত্রে গলাইয়া। এরূপ কাচকে সোডা গ্লাসও বলা হয়। এরূপ কাচে সাধাবণত গবেষণারের যন্ত্রপাতি, কাচের নল, জানালাব কাচ, কাচের দানা ইত্যাদি তৈরী করা হয়। সাধাবণত এরূপ কাচে থাকে 75 % SiO_2 , 15 % Na_2O , 8 % CaO , এবং 2 % Al_2O_3 .

(খ) শক্ত কাচ (Hard glass) : এইরূপ কাচ তৈরী করা হয় বালু (SiO_2), পটাস (K_2CO_3) ও চুন (CaO) একত্রে গলাইয়া। এরূপ শক্ত কাচ উচ্চ তাপসহ্য যন্ত্রপাতি তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ইহার গঠন নরম কাচের ত্রায়। শুধু সোডার বদলে পটাস (পটাসিয়াম কার্বনেট) ব্যবহার করা হয়।

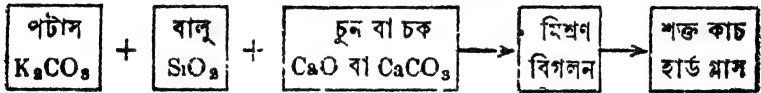
(গ) ফ্লিন্ট কাচ (Flint glass) : বালু (SiO_2), পটাস (K_2CO_3) ও লেড অক্সাইড (Pb_2O_3 বা PbO) মিশাইয়া এইরূপ কাচ তৈরী করা হয়। লেন্স, প্রিজম, বিদ্যুৎবাহিত্ব বালব, কৃত্রিম স্ফটিক ইত্যাদি তৈরী

কাচ প্রস্তুতি

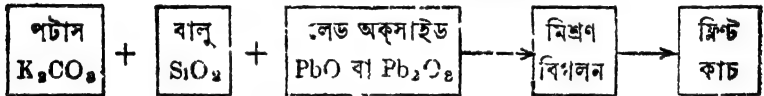
1. নরম কাচ (Soft glass)



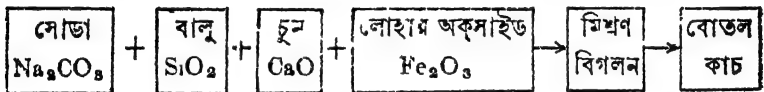
2. শক্ত কাচ (Hard glass)



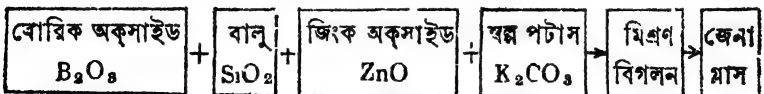
3. ফ্লিন্ট কাচ (Flint glass)



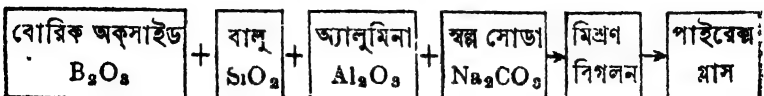
4. বোতল কাচ (Pottic glass)



5. জেনা গ্লাস (Cena glass)



6. পাইরেক্স গ্লাস (Pyrex glass)



করার জন্ত একরূপ কাচের প্রয়োজন। সাধারণত ইহার গঠনে 45.5 % SiO_2 , 3.5 % Na_2O , 4% K_2O , 3% CaO , 44 % PbO থাকে।

(ঘ) বোতলের কাচ (Bottle glass) বালু (SiO_2), সোডা (Na_2CO_3), চুন (CaO) ও লোহার অক্সাইড (Fe_2O_3) মিশাইয়া এই কাচ তৈরী করা হয়। ইহা সোডিয়াম, ক্যালসিয়াম ও আয়রন সিলিকেটের মিশ্রণ। সাধারণ বোতলাদি তৈরী করার জন্ত এই কাচ নির্মিত হয়।

(ঙ) জেনা ও পাইরেক্স কাচ (Jena and Pyrex glass) : এক বিশেষ ধরনে একরূপ কাচ তৈরী করা হয়। একরূপ জেনা-কাচে প্রধানত বালু এবং জিংক ও বোরনের অক্সাইড এবং পাইরেক্স কাচে প্রধানত বালু, সোডা, অ্যালুমিনা (Al_2O_3) এবং বোরনের অক্সাইড ব্যবহার করা হয়। সাধারণত পাইরেক্স কাচে থাকে 80 % SiO_2 , 4 % Na_2O , 0.4 % CaO , 0.6 K_2O , 12 % B_2O_3 , 3 % Al_2O_3 , একরূপ কাচে তৈরী পাত্র উচ্চ তাপ এবং রাসায়নিক দ্রব্যের ক্ষয়-ক্ষমতা সহ্য কবিত্তে পাবে।

রঙিন কাচ তৈরী করার জন্ত কাচের বিভিন্ন উপাদানের সঙ্গে বিশেষ বিশেষ ধাতুর অক্সাইড মিশ্রিত করা হয়। যথা :

কাচের বর্ণ	— ব্যবহৃত ধাতুর অক্সাইড
নীল	— কোবল্ট ও কপার অক্সাইড,
লাল	— সোনা, সিলেনিয়াম ও কপার অক্সাইড,
বেগুনী	— ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড,
সবুজ	— ক্রোমিয়াম অক্সাইড,
হলুদ	— অ্যান্টিমনি ও ক্যাডমিয়াম ও

সিলেনিয়াম সালফাইড,

ছধের গ্লাস অস্বচ্ছ শ্বেতবর্ণ—ক্যালসিয়াম ফ্লোবাইড, স্ট্যানিক অক্সাইড বা হাডেব গুডা।

গ্লেজ (Glaze) : চিনা মাটি ও মৃৎপাত্রের গ্লেজ বা চকচকে প্রলেপ দেওয়ার জন্ত এবং লোহার পাত্রের উপর এনামেল (enamel) করার জন্ত টাইটেনিয়াম অক্সাইড (TiO_2), স্ট্যানিক অক্সাইড (SnO_2) বা অ্যান্টিমনি অক্সাইড (Sb_2O_3) ব্যবহার করা হয়।

কাচ প্রস্তুতির পদ্ধতি (Process of glass making) : সাধারণ সোডা-লাইম গ্লাস বা নরম কাচ সোডিয়াম ও ক্যালসিয়ামের সিলিকেট। মোটামুটি ইহার গঠন Na_2O , CaO , 6SiO_2 ; ইহা তৈরী হয় (i) বালু

(লৌহ মুক্ত সাদা বালু অথবা কোয়ার্টজ চূর্ণ), (ii) সোডা (Na_2CO_3) অথবা সল্ট কেক (salt cake) ও অক্সার (C) মিশ্রণ এবং (iii) চুন (চক বা চুনা-পাথর, CaCO_3 বা CaO) একত্রে মিশ্রিত এবং উচ্চতাপে (1400°C) বিগলিত কবিয়া। 100 ভাগ বালু, 34/40 ভাগ সোডা এবং 15/10 ভাগ চুনা পাথরের সঙ্গে ভাঙ্গা কাচ মিশ্রিত করা হয়। এই ভাঙ্গা কাচ ব্যবহার করা হয় বিগালক (flux) রূপে। বিভিন্ন উপাদানের মিশ্রণ ট্যাংক চুল্লীতে (tank furnace) প্রভিউসার গ্যাসের সাহায্যে উচ্চ তাপে (প্রায় 1400°C) বিগলিত কবা হয়। (iv) বিগলিত কাচের সঙ্গে ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইড, সোবা ইত্যাদি জাতীয় পদার্থ মিশাইয়া কাচকে বিবর্ণ কবা হয়। (v) প্রয়োজন অনুযায়ী এই অবস্থায় বস্ক শ্রব্য ব্যবহার কবা হয়। এই বিগলিত কাচ ফুৎকাবে সাহায্যে (blowing) অথবা বিভিন্ন ছাচে ঢালিয়া বিভিন্ন আকারের পাত্র অথবা সীট তৈরী কবা হয়।

কাচের স্থিতিকরণ (Annealing of glass) : বিগলিত কাচ তাড়াতাড়ি ঠাণ্ডা করিলে কাচের মধ্যে ভঙ্গুরতা (brittleness) বৃদ্ধি পায়। কাচ তাপের কুপবিবাহী বলিয়া দ্রুত শীতল কবিলে ভিতরের অংশের চেয়ে বাইরের অংশ আগে জমিয়া যায়। আবাব খুব দীর্ঘে ধীবে শীতল কবিলে কাচের মধ্যে নানাকর দানা সৃষ্টি হইয়া কাচ অস্বচ্ছ হইয়া যায়। এজন্য কাচ প্রায় 500°C তাপাতক বেশ কিছুক্ষণ উত্তপ্ত রাখিয়া তথা, যে তাপে কাচ নরম হইতে আরম্ভ কবে সেই তাপে অনেকখানি সময় উত্তপ্ত রাখিয়া কাচ ধীবে শীতল কবা হয়। এরূপ পদ্ধতিকে বলা হয় কাচের স্থিতিকরণ বা অ্যানিলিং (annealing of glass)।

Questions to be discussed

1. What are the natural sources of sodium? How would you extract sodium either from caustic soda or common salt? Explain the chemical principles only. What are its reaction with lead nitrate and aluminium chloride?

2. What happens when a piece of sodium (i) is thrown into a bucket of water, (ii) left exposed in air, (iii) reacted with chlorine and (iv) treated with mercury? Give equations where necessary. Give equation to show whether sodium is an oxidising or a reducing agent.

3. How caustic soda is obtained commercially? Give chemical principle of only one method. What are the reactions when caustic soda is treated with ferric chloride, zinc sulphate, copper sulphate?

4. How is soda-ash manufactured by Solvay process? What are the advantages of the process? What is baking powder? State its uses.

5. How would you prepare sodium carbonate from common salt? State chemical principles only. What do you understand by soda, soda crystal and washing soda?

6. Starting with sodium chloride how would you obtain—(a) Na, (b) Cl, (c) NaOH, (d) HCl, (e) Na_2SO_4 and (f) Na_2CO_3 ? Give reactions, and state simple principle only.

7. What is Le Blanc process of soda manufacture? How would you prepare salt cake and baking powder by this process? Give chemical principles only.

8. Starting with soda how would you prepare—(i) Salt cake, (ii) Common salt (iii) Caustic soda and (iv) Nitre? What happens when soda and nitre are heated separately?

9. State the principles of preparation of soda by ammonia-soda process? What are the reactions involved in the ammonia-soda process? Why this process is better than Le Blanc process?

10. What happens when a red litmus paper is dipped into—(i) caustic soda solution, (ii) sodium carbonate solution, (iii) sodium chloride solution. Give reasons. How would you prepare pure NaCl and Na_2CO_3 ?

11. What is glass? How is common glass manufactured? What are the ingredients of glass? What is annealing of glass? Why is glass annealed? [H. S. Exam 1964]

12. How is coloured glass manufactured? What are its uses? What is glaze?

13. What is the electrolytic process of preparation of caustic soda? State principle and give the simple outlines of the process.

14. How can soda be prepared by electrolytic process? Give chemical principles and reaction. What are the uses of soda?

15. What are Salt cake, Nitre, Soda, Glauber's salt, *Baking powder and Sodium amalgam? Give formula where necessary and state giving only the chemistry of the reactions. How are these prepared?

16. Describe the chemical reactions by which sodium chloride is converted into sodium carbonate by Solvay process.

What happens when a solution of sodium chloride is electrolysed? State the use of the products obtained. What will happen if the products are mixed up in the cold?

[H. S. (Comp) 1960]

17. Describe how caustic soda may be prepared from sodium carbonate. Do you know of any other method for its preparation? (Details of the latter process not required)

Write chemical equations to represent the reaction between caustic soda and *any three* of the following.—

(a) Ammonium chloride. (b) Ferric chloride. (c) Aluminium sulphate. (d) Carbon dioxide. (e) Chlorine. Name the products obtained in each case.

[H. S. 1962 (comp)]

18. Starting from sodium chloride how would you prepare pure anhydrous sodium carbonate on a large scale? Give equations for the reactions involved. What happens when (a) Carbon dioxide is passed through a cold saturated solution of sodium carbonate, (b) excess of lime water is added to a solution of sodium carbonate, (c) a solution of sodium carbonate is evaporated at room temperature. Will there be any change if the solution in (c) is evaporated over water-bath?

[H. S. 1964 (comp)]

19. How sodium is extracted from sodium chloride? How do you know that it is a metal? What happens when the metal at ordinary temperature is kept in (a) dry air, (b) moist air and (c) chlorine? Give equations

[H. S. 1964]

20. How sodium hydroxide solution react with (a) aluminium powder and (b) granulated zinc? Give equation.

[H. S. 1964 (comp)]

পরিচয় : ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম অনেক বিষয়ে ক্ষারীয় (alkaline) ধাতু সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের সমবর্মী। ইহা বা আবার অনেক বিষয়ে মৃত্তিকা ধাতু (earth) লোহা ও অ্যালুমিনিয়ামের সমবর্মী। তাই, ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামকে সাধারণভাবে বলা হয় ক্ষারীয় মৃত্তিকা বা অ্যালকেলাইন অর্থ (alkaline earth)।

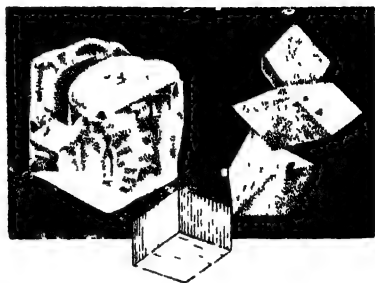
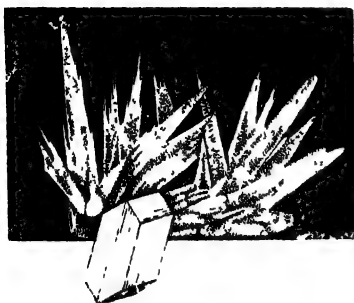
কৃত্তিক পটাস ও কৃত্তিক সোডাকে যেহেতু অনেকদিন পর্যন্ত মৌলিক ধাতু বলিয়া মনে করা হইত সেইরূপ ক্যালসিয়ামের অক্সাইড তথা চুন বা 'লাইম' এবং ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট তথা 'ম্যাগনেসিয়া'কেও বহুদিন পর্যন্ত এক একটি মৌলিক ধাতু বলিয়া গণ্য করা হইত। ইহা বা যে ধাতু নব সে-সময়ে প্রথমেই সন্দেহ প্রকাশ করেন লাভসিয়ার। ইটালিয়ান বিজ্ঞানী ভল্টা কর্তৃক ইলেকট্রিক ব্যাটারী আবিষ্কারের পরে গলিত কৃত্তিক সোডা ও কৃত্তিক পটাস এবং গলিত ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎবিশ্লেষণ করিয়া বিজ্ঞানী ডেভি সর্বপ্রথমে, সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের জার ১৮০৮ খ্রিষ্টাব্দে ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ধাতু আবিষ্কার করিতে সক্ষম হন। চুন শব্দের গ্রীক পরিভাষা 'ক্যালস'। এই ক্যালস শব্দ হইতেই নবাবিষ্কৃত পদার্থের নাম হয় ক্যালসিয়াম। ডেভি ম্যাগনেসিয়াম হইতে প্রাপ্ত পদার্থটির নাম দেন প্রথমে 'ম্যাগনিয়াম'। পরে ইহা ব নাম হয় ম্যাগনেসিয়াম।

ক্যালসিয়াম শাতু

প্রতীক চিহ্ন—Ca, পারমাণবিক গুরুত্ব—৪০, যোজ্যতা—২

প্রাকৃতিক আকরিক (Natural ores) : ক্যালসিয়াম মৌল ধাতুরূপে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না, কারণ ইহা অত্যন্ত সক্রিয় ধাতু বলিয়া সহজেই যৌগ

গঠন কবে। বিভিন্ন যৌগ প্রাচীনকাল হইতেই পরিচিত ছিল। মার্বেল, চুনা পাথর, চুন একরূপ যৌগ। ইহার প্রধান যৌগ :



ক্যালসিয়ামের প্রাকৃতিক কার্বনেট যৌগ

(i) কার্বনেট : চুনাপাথর (lime stone), পুডিমাটি (chalk), মার্বেল (marble), কোরেল (coral), ক্যালসাইট— CaCO_3 ইত্যাদি,

(ii) সালফেট : জিপসাম (gypsum)— $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ এবং অ্যানহাইড্রাইড (Anhydride)— CaSO_4 ,

(iii) ফ্লুরাইড : ফ্লোরস্পার (Fluorspar)— CaF_2 ,

(iv) অ্যাপেটাইট (Apatite) [$3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2, \text{CaF}_2$] ও ফসফাইট (Phosphorite)— $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

ভারতে জব্বলপুর ও বাজস্থানে ফ্লোরস্পার, পাঞ্জাব, উত্তর প্রদেশ, মধ্যপ্রদেশ ও রাজস্থানে জিপসাম এবং বহু জায়গায় মার্বেল ও চুনাপাথর পাওয়া যায়।

ক্যালসিয়াম নিষ্কাশনের তড়িদ্বিলেপন পদ্ধতি

(Extraction of Calcium by Electrolytic process)

ডেভি মূল পদ্ধতি অনুযায়ী এখনও গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিলেপন কবিয়া ক্যালসিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়।

রাসায়নিক পদ্ধতি (Chemical principle) : (i) অনার্দ্র ও তাপ-বিগলিত (fused) ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের (CaCl_2) তড়িদ্বিলেপনে প্রথমে ক্যালসিয়াম ও ক্লোরিন আয়ন তৈরী হয়।

(ii) বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্বিলেপনের ফলে ক্যালসিয়াম আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া এবং ক্লোরিন ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া ক্যালসিয়াম পরমাণু ও গ্যাসীয় ক্লোরিন অণুতে পরিণত হয়। যথা :

তড়িদ্বিয়োজন : $\text{CaCl}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + 2\text{Cl}^-$

ক্যাথোড বিক্রিয়া : $\text{Ca}^{++} + 2e \rightarrow \text{Ca}$ (পরমাণু)

অ্যানোড বিক্রিয়া : $2\text{Cl}^- - 2e \rightarrow 2\text{Cl} \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$ (গ্যাস)

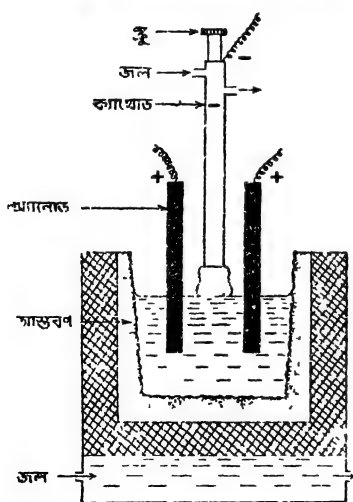
(iii) ক্যালসিয়াম সঞ্চিত হয় ক্যাথোডে এবং ক্লোরিন নির্গত হয় অ্যানোড তড়িদ্বন্দ্ব হইতে।

(iv) তড়িদ্বিল্লেখ্যেণেব সময় ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডেব বিগলনের তাপাংক হ্রাস কল্পার জন্ত ইহাব সঙ্গে অল্প পরিমাণ ফ্লোরাইড (CaF_2) মিশ্রিত করা হয়।

ক্যালসিয়াম কার্বনেট (CaCO_3) হইতে ক্যালসিয়াম উৎপাদনেব জন্ত প্রথমে চুনা পাথর এবং লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটাইয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড তৈরী করিয়া এবং তাহা পবিস্কৃত করিয়া শুক কবা হয় এবং পরে এই ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডেব তড়িদ্বিল্লেখ্য করা হয়।

বিক্রিয়া : $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

যন্ত্র ও উৎপাদন ন্যবস্থা : তড়িদ্বিল্লেখ্য পাত্রটি গ্রাফাইট-কার্বনে



ক্যালসিয়াম প্রস্তুত

তৈরী একটি বৃহদাকার মুছি বা ক্রুসিবল (crucible)। মুছিটির তলদেশ ঠাণ্ডা জলের প্রবাহ দ্বারা শীতল রাখা হয়। ক্যাথোড রূপে ব্যবহৃত কবা হয় লোহাব একটি ফাঁপা দণ্ড এবং অ্যানোড রূপে দুইটি গ্রাফাইট প্লেট। ফাঁপা ক্যাথোড দণ্ডেব ভিতর দিয়া জলধারা প্রবাহিত কবিয়া লোহাব ক্যাথোডটিও শীতল রাখা হয়।

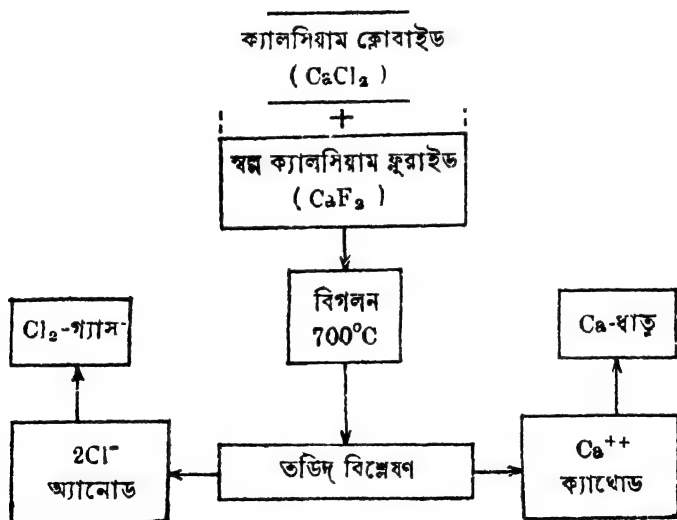
ক্যালসিয়ামেব গলনাংক হ্রাস কবাব জন্ত তড়িদ্বিল্লেখ্যেণের আগে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডেব সঙ্গে অল্প

পরিমাণে ফ্লোরাইড (CaF_2) মিশ্রিত কবিয়া ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড 700°C তাপাংকে বিগলিত কবা হয়। ক্যাথোড দণ্ডটি 'ক্রু'র সাহায্যে গলিত

ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের মধ্যে এমনভাবে খুলাইয়া রাখা হয় যেন দণ্ডটি গলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড শুধুমাত্র স্পর্শ করিতে পাবে। তড়িদ্বিয়োজনের ফলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) ক্যালসিয়াম (Ca^{++}) এবং ক্লোরিন (Cl^-) আয়নে পবিণত হয়। তড়িদ্বিয়োজনের সময় ক্যালসিয়াম সংগৃহীত হয় ক্যাথোড দণ্ডে এবং ক্লোরিন অ্যানোডে সংগৃহীত হইয়া গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায়।

ক্যালসিয়াম সংগৃহীত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ক্যাথোড দণ্ডটি 'জু'ব স্নাহাঘো ক্রমশ উপর দিকে তুলিয়া লওয়া হয়। তাই সংগৃহীত ক্যালসিয়াম ধাতু একটি দণ্ডের আকৃতি লাভ কবে।

ক্যালসিয়াম নিষ্কাশন



নিষ্কাশিত ক্যালসিয়াম ধাতুর উপবে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের (CaCl_2) একটি পাতলা আস্তরণ পড়ে। তাই, নিষ্কাশনের সময় ক্যালসিয়াম বায়ুর সংস্পর্শে অক্সাইডে পবিণত হইতে পাবে না। মুছিব পাড়ে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের একটি পুরু আস্তরণ পড়ে বলিয়া মুছটি অনেকদিন পর্যন্ত ব্যবহাৰ করা যায়।

কার্বন-বিজারণ পদ্ধতির অকার্যকারিতা : কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে ক্যালসিয়াম নিষ্কাশিত করা যায় না। উচ্চ তাপে চূনাপাথর পোড়া চূনে পরিণত হয়। যথা :



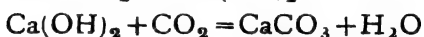
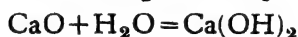
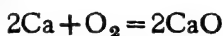
কিন্তু এই পোড়া চূন কার্বনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ধাতুরূপে জারিত হয় না, বরং ক্যালসিয়াম কারবাইড গঠন করে। যথা :



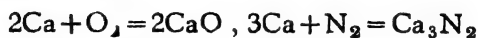
ক্যালসিয়ামের ধর্ম

ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) ক্যালসিয়াম নরম ও নমনীয় একটি রূপালী ধাতু। (ii) ইহার ঘনত্ব—1.52 এবং গলনাংক 800°C.

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : (i) **বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) :** সোডিয়ামের ত্রায় বিপ্লবী ক্যালসিয়ামও শুষ্ক বায়ুতে অবিকৃত থাকে। জলীয় বায়ুতে ইহা প্রথমে বিবর্ণ অক্সাইডে পরিণত হয় এবং এই অক্সাইডের বায়ু জলীয় বাষ্পের সঙ্গে এবং পরে বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া ধীরে ধীরে এবং শেষ পর্যন্ত ক্যালসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়। যথা :



বায়ুতে দহন (Burning in air) : ক্যালসিয়াম বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে বাল্গম আভায় জলিয়া ওঠে এবং বায়ুর অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের সঙ্গে অক্সাইড ও নাইট্রাইট গঠন করে। যথা :



(ii) **জলের ক্রিয়া (Action of water) :** ক্যালসিয়াম শীতল জল হইতে ক্ষিপ্ৰ বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যথা :



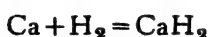
(iii) **অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) :** নাইট্রিক অ্যাসিড ব্যতীত অল্প খনিজ অ্যাসিড তথা হাইড্রোক্লোরিক ও সালফিউরিক অ্যাসিড ক্যালসিয়াম হইতে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



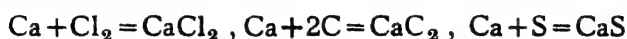
(iv) অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়া (Action of ammonia) : তরল অ্যামোনিয়াব সঙ্গে স্বাভাবিক তাপাংকে ক্যালসিয়াম যৌগ [$\text{Ca}(\text{NH}_3)_6$] গঠন করে।

(v) ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali) : ক্ষাবেব সঙ্গে ক্ষারমৃত্তিকা জাতীয় ক্যালসিয়াম ধাতুব কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

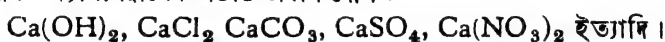
(vi) হাইড্রাইড গঠন (Formation of hydride) : শুষ্ক হাইড্রোজেন ও ক্যালসিয়ামের বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড গঠিত হয়। যথা :



(vii) অ-ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of non-metals) : ক্যালসিয়াম ক্লোরিন, কার্বন ও সালফারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্লোরাইড, কার্বাইড ও সালফাইড গঠন কবে, ক্লোরিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লাল শিখা সৃষ্টি হয়।



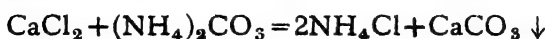
প্রধান যৌগ (Compounds) : হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন, কার্বন ও সালফাবেব সঙ্গে ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2), অক্সাইড (CaO), নাইট্রাইড (Ca_3N_2), কার্বাইড (CaC_2), সালফাইড (CaS) গঠন করে। ক্যালসিয়ামেব অত্যন্ত প্রধান যৌগ :



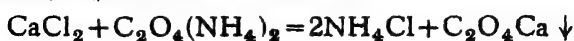
ব্যবহার (Uses) : ধাতুরূপে ক্যালসিয়ামের ব্যবহাব ব্যাপক নয়। আরগন গ্যাস উৎপাদনে, অ্যালকোহল অনার্দ্রকরণে, ক্যালসিয়াম হাইড্রাইড ও কার্বাইড উৎপাদনে এবং ঔষধরূপে প্রধানত ক্যালসিয়াম ব্যবহাব করা হয়।

সনাক্তকরণ (Test or identification) : (i) ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড সিক্ত প্লাটিনাম তারের সাহায্যে ক্যালসিয়ামেব যে কোন যৌগ অদীপ্ত শিখায় দগ্ধ করা হইলে ইটেব ত্রায় লাল বর্ণের প্রদীপ্ত শিখা সৃষ্টি হয়।

(ii) ক্যালসিয়ামেব কোন দ্রবণীয় লবণের সঙ্গে অ্যামোনিয়াম কার্বনেট মিশ্রিত কবিলে ক্যালসিয়াম কার্বনেটেব সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।

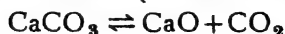


(iii) অ্যামোনিয়াম অকজলেটের সঙ্গে ক্যালসিয়াম লবণেব বিক্রিয়ায় সাদা ক্যালসিয়াম অকজলেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহা অ্যাসিটিক অ্যাসিডে অদ্রবণী কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবণীয়।



ক্যালসিয়ামের প্রয়োজনীয় যৌগ

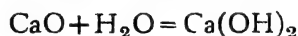
1. ~~চুন~~ বা লাইম (Lime—CaO) : চুনাপাথর, চক বা মার্বেল পোড়াইয়া চুন তৈরী করা হয়। ক্যালসিয়াম কার্বনেট উত্তাপে ভাঙিয়া ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



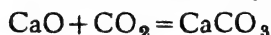
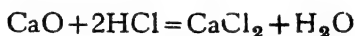
ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) চুন, পোড়া-চুন, লাইম বা কুইক-লাইম (Lime or quick-lime) নামে পরিচিত।

কাঠ-কয়লা চুন। পাথর পবপব স্তরে স্তরে সাজাইয়া ভাটি তৈরী করিয়া পোড়া-চুন তৈরী করিবার পদ্ধতি প্রাচীন কাল হইতে বর্তমান কাল পর্যন্ত প্রচলিত বহিয়াছে। এখনও সমুদ্রতীরে শামুক, ঝিঝুক, কড়ি, শঙ্খ, ইত্যাদি নানাপ্রকার চুনজাতীয় সামুদ্রিক পদার্থ পোড়াইয়া চুন তৈরী করা হয়। বর্তমান কালে একই সঙ্গে চুন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড অবিচ্ছিন্নভাবে তৈরী করা হয় চুন-ভাটি বা কিলন্ চুল্লীতে [কার্বন ডাই-অক্সাইডের অধ্যায়ে পোড়া চুন উৎপাদন পদ্ধতি বর্ণনা করা হইয়াছে। দ্বিতীয় খণ্ডে কার্বন ডাই-অক্সাইড অধ্যায় দ্রষ্টব্য।]

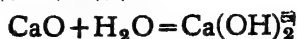
কুইক লাইমের ধর্ম : স্বভাবত ক্যালসিয়াম অক্সাইড জলাকর্ষী যৌগ, জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় তাপ সৃষ্টি করিয়া ফুটিতে আবদ্ধ কবে এবং উভয় অবস্থায় ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড গঠিত হয়। যথা :



ইহা ক্ষাবধর্মী বলিয়া অ্যাসিড ও অ্যাসিডিক-অক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় লবণ তৈরী কবে।

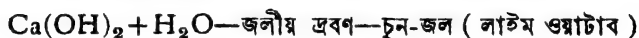


2. ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড [Ca(OH)₂] : চুনে জল ঢালিলে সঙ্গে সঙ্গেই একরূপ তাপ সৃষ্টি হয় যে হিন্‌হিন্‌ শব্দ করিয়া জলের একাংশ বাষ্পে পরিণত হইয়া যায় এবং চুন ফুলিয়া উঠিয়া ভাঙিয়া পড়ে ও সাদা পাউডারে পরিণত হয়। এই সাদা পাউডার চুনের হাইড্রক্সাইড। ইহার বিশেষ নাম কলি-চুন বা স্লেকড-লাইম (slaked lime)। একপভাবে কলিচুন তৈরী করার পদ্ধতিকে বলা হয় চুনের কলিকরণ বা স্লেকিং অব লাইম (slaking of lime)। বিক্রিয়া বটে এইভাবে :



ইহা জলে স্বল্প দ্রবণীয় এবং উচ্চতাপে লাল তপ্ত অবস্থায় চুন ও জলে পরিণত হয়। যথা : $\text{Ca(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

চুন-জল (Lime-water) : কলি-চুন জলে স্বল্প দ্রবণীয়। অতিরিক্ত জলে স্বল্প পরিমাণে কলি-চুন মিশ্রিত করিলে অল্প পরিমাণে ইহা জলের মধ্যে দ্রবীভূত হয় এবং অত্রাব্য কলিচুনেব উপবে একটি স্বচ্ছ চুন-জলের দ্রবণ তৈরী হয়। স্বচ্ছ চুন-জলের দ্রবণ বায়ুর সংস্পর্শে ঘোলা হইয়া যায়। তাই, চুন জলের উপরে সর্বদা একটি সব পড়িতে দেখা যায়। কারণ বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) চুন-জলের ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডের $[\text{Ca(OH)}_2]$ সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া ক্যালসিয়াম কার্বনেট (CaCO_3) গঠন করে। যথা :



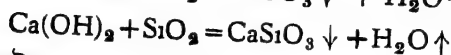
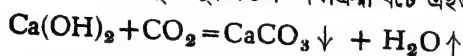
দুধ-চুন (Milk of lime) : স্বল্প জলে অতিবিক্ত কলিচুন $[\text{Ca(OH)}_2]$ মিশ্রিত করিলে কলিচুনেব একটি সম্পৃক্ত দ্রবণ তৈরী হয় এবং অধিকাংশ কলি-চুন ভাসমান অবস্থায় এই দ্রবণে মিশ্রিত হইয়া একবকম সাদা লেই জাতীয় পদার্থ তৈরী কবে। কলি-চুনের এই সাদা লেইকে বলা হয় চুন দুধ বা ‘মিক্স অব লাইম’।

সোডা লাইম (Soda lime) : চুন ও কষ্টিক সোডাব দ্রবণের বিক্রিয়ায় ($\text{CaO} + \text{NaOH}$) যে পদার্থ তৈরী হয় তাহাই সোডা লাইম। সোডা লাইমেব মধ্যে কষ্টিক সোডাব ধর্ম বর্তমান, কিন্তু ইহা কষ্টিক সোডাব ত্রায় সহজে বিগলিত হয় না এবং কাচ ক্ষয় কবে কম। ইহা অ্যাসিড গ্যাস (CO_2) শোষণেব জগ্ৰ ব্যবহার কবা হয়।

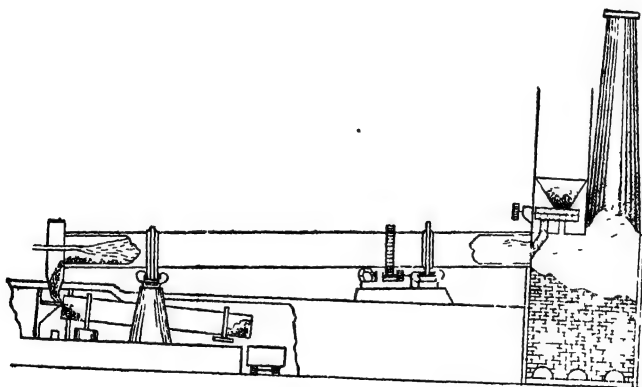
চুনের ব্যবহার (Uses of lime) : কাচ শিল্পে, কলি-চুন তৈরী করাব জগ্ৰ, ‘লাইম লাইট’ তৈরী কবাব জগ্ৰ, জল-শুদ্ধ পদার্থেব বিশোধক রূপে, ধাতু নিকাশন কার্ঘে ধাতুমল বহিষ্কাররূপে এবং ক্যালসিয়াম কারবাইড তৈরী করাব জগ্ৰ প্রধানত পোড়া চুন ব্যবহার করা হয়।

কলিচুন ব্যবহার (Uses of Slaked lime) : মুখ্যত চুন-স্বরকীর মসলা তৈরী করাব এবং সিমেন্ট কংক্রীট, কষ্টিক সোডা, জমির সাব, ব্লিচিং পাউডার প্রস্তুত করাব জগ্ৰ ইহা ব্যবহার কবা হয়। ইহা চর্ম শিল্পে, অ্যামোনিয়া উৎপাদনে, কীটনাশকরূপে, দালানে চুনকাম করাব জগ্ৰ, জলের খরতা নিবারণে এবং অগ্নাগ্ন আরো অনেক প্রয়োজনে কলিচুন ব্যবহৃত হয়।

3. চুন-স্বরকীর মসলা মর্টার, সিমেন্ট ও কংক্রিট : গাঁথুনি-মসলা (Mortar) : তিনভাগ অল্পপাতে বালু বা স্বরকী ও একভাগ কলি-চুন এবং জলের মিশ্রণকে মসলা বলা হয়। এই মসলা ইটের গাঁথুনিক্রমে ব্যবহার করা হয়। বায়ুতে মসলার জল ক্রমশ বাষ্পীভূত হইয়া যায় এবং ধীরে ধীরে বায়ুর কার্বন-ডাই অক্সাইড শোষণ করিয়া দালান বা মেওয়ারের গাঁথুনির মসলা ক্রমশ ক্যালসিয়াম কার্বনেট যৌগে রূপান্তরিত হইয়া অতি কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়। তাই, প্রাচীন দালানেব গাঁথুনি খুব শক্ত। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



সিমেন্ট (Cement) : 1824 খ্রীষ্টাব্দে আসপ্‌দীন নামে এক সাধারণ ইট-নির্মাতা পোর্টল্যান্ড সিমেন্ট আবিষ্কার করেন। তিন ভাগ চুনা পাথরের সঙ্গে এক ভাগ অগ্নিসহ্য সিলিকেট জাতীয় মৃত্তিকা (fireclay) মিশাইয়া উচ্চতাপে (প্রায় 1500°C) উত্তপ্ত করিলে একরকম কঠিন কঁকর জাতীয় পদার্থ তৈরী হয়। এই কঁকর চূর্ণ করিয়া যে ধূসব-বর্ণের পাউডার পাওয়া যায়



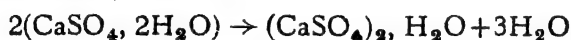
সিমেন্ট প্রস্তুতির চুম্বী

ভাটাই সিমেন্ট। সিমেন্ট অ্যালুমিনো-সিলিকেট পাউডার। ইহাব মধ্যে আছে অ্যালুমিনিয়াম ও ক্যালসিয়াম জাতীয় ধাতু এবং সিলিকন ও অক্সিজেন জাতীয় অধাতব পদার্থ। মোটামুটি বলা যায় যে সিমেন্ট ট্রাই-ক্যালসিয়াম সিলিকেট ও ডাই-ক্যালসিয়াম অ্যালুমিনেটের মিশ্রণ (3CaO , SiO_2) এবং (2CaO , Al_2O_3), জলের সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া গুঁড় করিলে আর্দ্র-বিশ্লেষণের

কলে সিমেন্ট জমিয়া উঠে এবং অত্যন্ত সূদৃঢ় ও কঠিন বস্তুতে পরিণত হয়। ইহা গাঁথুনীর কাজে গৃহ নির্মাণে ব্যবহার করা হয়। জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড গঠিত হয় এবং ইহারা ক্যালসিয়াম সিলিকেটেব সঙ্গে অতিবিস্তৃত বিক্রিয়া ঘটাইয়া কঠিন অ্যালুমিনো-সিলিকেট (Alumino-silicate) গঠন করে।

কংক্রীট (Concrete) : পরিমিত অল্পপাতে বালু, পাথর হুড়ি ও সিমেন্ট জলের সঙ্গে একত্র মিশাইয়া ঘে-মসলা তৈরী করা যায় তাহা দালান তৈরীর পক্ষে অত্যন্ত মজবুত গাঁথুনীর কাজ করে। একরূপ মিশ্রণকে বলা হয় কংক্রীট। ইম্পাতের কাঠামোতে যদি কংক্রীট জমানো যায় তবে সেই কংক্রীটেব ফাটিবার সম্ভাবনা কমিয়া যায়। একরূপ ইম্পাত ও কংক্রীটের গাঁথুনীকে **ফেরো-কংক্রীট (Ferro-concrete)** বলা হয়। একরূপ কংক্রীট জমাইবাব জগ্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রয়োজন হয় না। ইহা বৃহৎ আকারে এবং জলের নিচেও জমান যায়।

4. প্যারিস-প্লাস্টার (Plaster of Paris) : ক্যালসিয়াম সালফেট জিপসামরূপে আকর্ষক অবস্থায় ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) পাওয়া যায়। এই জিপসামকে 110°C তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে জিপসামেব তিন-চতুর্থাংশ জল বাষ্পে পরিণত হয় এবং জিপসাম একটি সাদা কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। এই পদার্থটির নাম প্যারিস-প্লাস্টার। ইহাব ফর্মুলা (CaSO_4)₂, H_2O ; এবং পদার্থটি গঠিত হয় এইভাবে :



এই প্যারিস-প্লাস্টারকে পাউডারে পরিণত করিয়া ইহার সঙ্গে জল মিশ্রিত করিলে একবকম সাদা লেই তৈরী হয়। এই লেই শুকাইলে কঠিন পদার্থরূপে জমিয়া ওঠে। জিপসাম যদি 110°C তাপাংকেব বেশি উচ্চতাপে পোড়ানো হয় তবে সেই পোড়া সালফেট দিয়া আর লেই তথা, প্যারিস-প্লাস্টার তৈরী করা যায় না।

ব্যবহার : প্যারিস প্লাস্টার ঢালাইয়েব কাজে, ভাস্কর্বে, ভগ্ন হাড় ব্যাণ্ডেজ করার জগ্ন এবং সিমেন্ট ও দালানেব প্লাস্টারের জগ্ন ব্যবহার করা হয়।

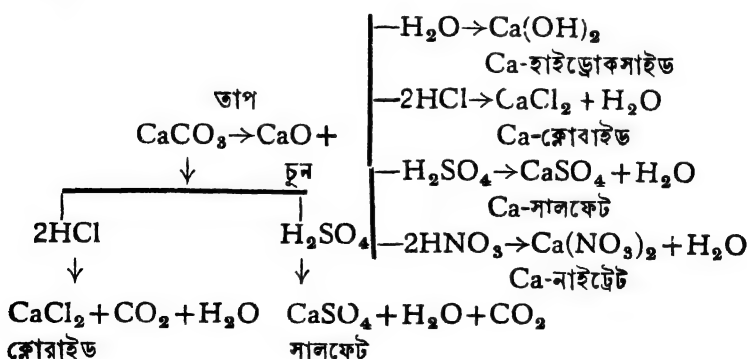
জিপসাম ব্যবহার করা হয় প্যারিস-প্লাস্টার, অ্যামোনিয়াম সালফেট সার তৈরীর কাজে ও চক-পেন্সিল তৈরী করার জগ্ন এবং কাগজ মৃৎ করার জগ্ন।

5. ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2): সল্ভে পদ্ধতিতে সোডা তৈরী করার সময় প্রচুর পরিমাণে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) এক উপজাত পদার্থরূপে পাওয়া যায়। চক বা মার্বেল (CaCO_3) এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায়ও ইহা তৈরী করা যায়। যথা: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, ইহা সাধারণত একটি সাদা স্ফটিক ($\text{CaCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$), বরফের সঙ্গে ইহা মিশ্রিত করিয়া হিমমিশ্রণ তৈরী করিয়া তাপাংক -55°C পর্যন্ত নামানো যায়। তাই, ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড হিমমিশ্রণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (Fused CaCl_2): ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($\text{CaCl}_2, 6\text{H}_2\text{O}$) স্ফটিককে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করিলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2), একরকম অনার্দ্র সচ্ছিন্ন ও ফোপবা পদার্থে পরিণত হয়। এই অনার্দ্র ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2), অ্যামোনিয়াম ও ইহার লবণ ব্যতীত যে-কোন জল-সিক্ত কঠিন, তবল বা গ্যাসীয় পদার্থ বিস্কৃত করার জন্য ব্যাপক পরিমাণে ডেসিকেকটর বা বিশোধকের মধ্যে ব্যবহার হয়। ইহাকে বলা হয় বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (fused CaCl_2)।

ক্যালসিয়াম কার্বনেট হইতে ক্যালসিয়ামের অজ্ঞাত যৌগ গঠন

প্রাকৃতিক চূনাপাথর (CaCO_3) হইতে ক্যালসিয়ামের সবকয়টি প্রধান যৌগ গঠন করা যায়। যথা:

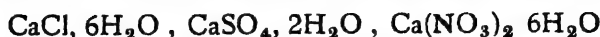


ক্যালসিয়ামের বৈশিষ্ট্য

1. ক্যালসিয়ামও সোডিয়ামের তায় বিশেষ সক্রিয় পদার্থ। তাই, প্রকৃতিতে ক্যালসিয়াম পাওয়া যায় যৌগরূপে, মৌলরূপে নয়।

2. ক্যালসিয়াম যৌগ জল বিশোধনে বিশেষ পাবনশী। সেজ্ঞ পোড়া চুন (CaO) এবং বিগলিত ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (fused CaCl₂) অত্যন্ত বিশোধকরূপে ব্যবহৃত হয়।

ক্যালসিয়াম যৌগ প্রধানত ফটিকাকাব এবং ফটিক জলসহ গঠিত। যথা :



4. ক্যালসিয়াম যৌগগুলি বর্ণে সাদা।

5. পাথর ও জীবজন্তব হাড় প্রধানত ক্যালসিয়াম কার্বনেট ও ফসফেট [CaCO₃ ও Ca₃(PO₄)₂] দ্বারা গঠিত।

6. ক্যালসিয়াম নাইট্রোজেনেব সঙ্গে নাইট্রাইড (Ca₃N₂), সিলিকনের সঙ্গে সিলিকাইড (CaSi₂) এবং কার্বনেব সঙ্গে কার্বাইড (CaC₂) যৌগ গঠন কবে। এজ্ঞ কার্বন-বিজাবণ পদ্ধতিতে ক্যালসিয়াম নিষ্কাশিত করা যায় না। কার্বন-বিজাবণ পদ্ধতিতে যে ক্যালসিয়াম নিষ্কাশিত হয় তাহা আবার কার্বনেব সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC₂) যৌগ গঠন করে।

7 ক্যালসিয়াম ফসফেট [Ca₃(PO₄)₂] সার রূপে ব্যবহৃত হয়। সিমেন্ট, কংক্রীট, প্লাস্টার অব প্যারিস—ইত্যাদির প্রধান উপাদান ক্যালসিয়ামের যৌগ।

ম্যাগনেসিয়াম শাতু

প্রতীক চিহ্ন—Mg , পারমাণবিক গুরুত্ব—24 , যোজ্যতা—2

প্রাকৃতিক আকরিক (Natural ores) : প্রাকৃতিক মৌল-ধাতুরূপে ম্যাগনেসিয়াম পাওয়া যায় না,—পাওয়া যায় প্রধানত বিভিন্ন যৌগের মিশ্রিত লবণের মধ্যে। যথা :

(i) ক্লোরাইড : কার্নেলাইট (Carnelite)—MgCl₂, KCl, 6H₂O

(ii) কার্বনেট : ম্যাগনেসাইট (Magnesite)—MgCO₃
ডলোমাইট (Dolomite)—CaCO₃, MgCO₃

(iii) সিলিকেট : কাইসাবাইট (Kieserite)—MgSO₄, H₂O
কাইনাইট (Kainite)—MgSO₄, K₂SO₄,
MgCl₂, 6H₂O

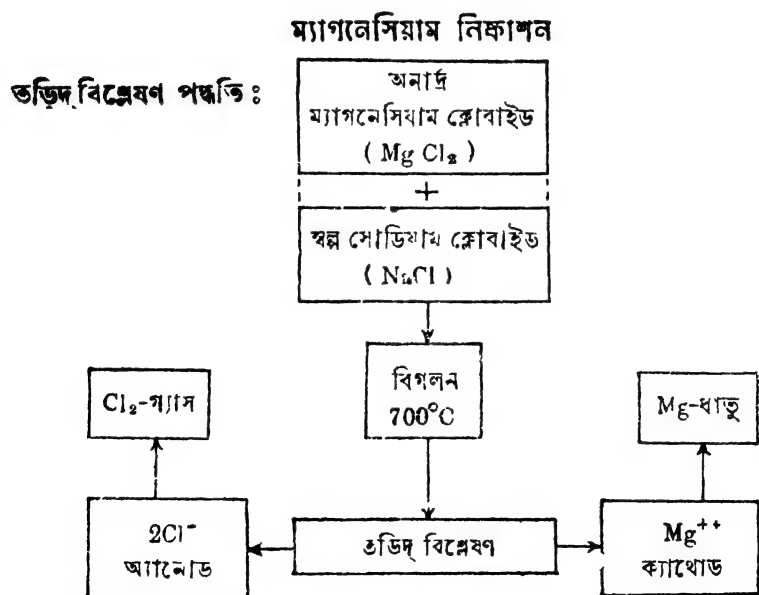
(iv) সিলিকেট : অ্যাসবেসটস (Asbestos)—CaMg₃(SiO₃)₄

ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশন (Magnesium Extraction)

1. তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতি (Electrolytic Separation)

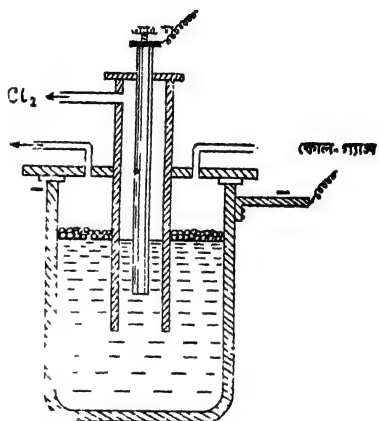
রাসায়নিক পদ্ধতি : কান্টারাইট অথবা অনার্দ্র ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডকে গলিত অবস্থায় (fused) তড়িদ্বিচ্ছেদিত করিয়া ম্যাগনেসিয়াম নিষ্কাশিত করা হয়।

প্রথমে তড়িদ্বয়োজনের ফলে ম্যাগনেসিয়াম আয়ন (Mg^{++}) ও ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) গঠিত হয়। ম্যাগনেসিয়াম আয়ন ক্যাথোডে আকর্ষিত হইয়া ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং ম্যাগনেসিয়াম পবমাণুতে (Mg) পরিণত হয়। ক্লোরাইড আয়ন অ্যানোডে আকর্ষিত হয় এবং ইলেকট্রন বর্জন কবিয়া ক্লোরিন পরমাণুতে (Cl) পরিণত হয়। এই ক্লোরিন পবমাণু সংযুক্ত হইয়া গ্যাসীয় ক্লোরিন অণু (Cl_2) গঠন কবিয়া নির্গত হইয়া যায়।



ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইডের ($MgCl_2$) গলনাংক হ্রাস কবাব জন্ত তড়িদ্বিচ্ছেষণেব পূর্বে ইহাব সঙ্গে অল্প পৰিমাণে সোডিয়াম ক্লোরাইড ($NaCl$) মিশ্রিত করা হয়।

যন্ত্র ও উৎপাদন ব্যবস্থা: একটি লোহাব আবদ্ধ পাত্রে $700^{\circ}C$ তাপাংকে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড বিগলিত কবিয়া সেই তবলেব তড়িদ্বিচ্ছেষণ কবা হয়। লোহার পাত্রটিকে ব্যাটারীব ক্যাথোডেব সঙ্গে যুক্ত কবিয়া ক্যাথোডরূপে ব্যবহাব করা হয় এবং অ্যানোড-রূপে ব্যবহাব কবা হয় একটি কার্বন-দণ্ড। কার্বন-দণ্ডটি একটি পোবসেলিন নলের আববণে ঢাকা থাকে। অতি-সক্রিয় পদার্থ ম্যাগনেসিয়াম যেন বায়ুব সংস্পর্শে অক্সাইডে পৰিণত না হয় সেজন্ত তড়িদ্বিচ্ছেষণ পাত্রেব উপবিভাগেব শূণ্যস্থান নিষ্ক্রিয় কোল-গ্যাস বা হাইড্রোজেন গ্যাস দ্বাবা ভবিয়া বাখা হয়।



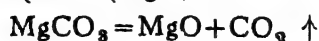
ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুত

তড়িদ্বিচ্ছেষণেব ফলে ক্লোরিন অ্যানোডে সঞ্চিত হইয়া গ্যাসরূপে পোবসেলিনের নলেব ভিতর দিয়া নির্গত হইয়া যায়। ম্যাগনেসিয়াম ধাতু প্রথমে লোহাব পাত্রেব দেওয়ালে সংগৃহীত হয় এবং তাহা পবে বিগলিত তবল ক্লোরাইডেব উপবে ভাসিয়া উঠে। হাতল দ্বাবা এই ভাসমান ম্যাগনেসিয়াম ধাতু সংগ্রহ কবিয়া ছোট ছোট ধাতু-দণ্ড তৈরী কবা হয়।

2. কার্বন বিজারণ পদ্ধতি (Carbon-Reduction process)

ক্ষারীয় এবং ক্ষারীয় যুক্তিকা-ধাতুর মধ্যে একমাত্র ম্যাগনেসিয়ামই কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতেও নিষ্কাশিত কবা যায়। ইহা একটি আধুনিক পদ্ধতি। এই পদ্ধতিতে :

(1) প্রথমে ম্যাগনেসিয়ামের আকরিক তাপ-জারণ (calcination) পন্থায় ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে (MgO) পরিণত করা হয়।



(ii) এই ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) চূর্ণ করিয়া এবং তাহা তেল বা পিচের সাহায্যে চূর্ণ কার্বনের সঙ্গে মিশাইয়া ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO) এবং কার্বনের (C) মিশ্রণ এক একটি ইটের দ্বারা পিণ্ডাকারে তৈরী করা হয়।

(iii) এই ইট বা পিণ্ড ($MgO + C$) বৈদ্যুতিক উনানে $2000^{\circ}C$ তাপাংকে উত্তপ্ত করার ফলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া ম্যাগনেসিয়াম ধাতুরূপে নিষ্কাশিত হয়। সত্তা নিষ্কাশিত ম্যাগনেসিয়াম ধাতু গ্যাসীয় অবস্থায় পরিণত হয়। যথা : $MgO + C = Mg \uparrow + CO \uparrow$

কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে

ম্যাগনেসিয়াম প্রস্তুতি

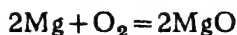


(iv) এই গ্যাসীয় ম্যাগনেসিয়াম $200^{\circ}C$ তাপাংকে অবস্থিত একটি হাইড্রোজেন গ্যাস-ভরা পাত্রেব মধ্যে স্থানান্তরিত করা হয়। অপেক্ষাকৃত শীতল পাত্রে এবং হাইড্রোজেন গ্যাসের নিষ্ক্রিয় পরিবেশে লঘুকৃত বাষ্পীয় ম্যাগনেসিয়াম কঠিনাকার ম্যাগনেসিয়াম পাউডারে পরিণত হয়। এই ম্যাগনেসিয়াম পাউডারকে আবার উচ্চতাপে গলাইয়া ম্যাগনেসিয়াম-দণ্ড তৈরী করা হয়।

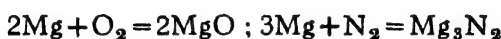
ম্যাগনেসিয়ামের ধর্ম

ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) ম্যাগনেসিয়াম রূপালী বর্ণের একটি নমনীয় ও প্রসারণশীল ধাতু। তাই, ইহা ব তার ও পাত তৈরী করা যায়। ম্যাগনেসিয়াম বীবন ম্যাগনেসিয়াম ধাতুব এরূপ পাতলা ফিঁতা। (ii) ইহার ঘনত্ব 1.74 , গলনাংক $660^{\circ}C$, স্ফুটনাংক $1120^{\circ}C$ ।

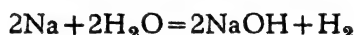
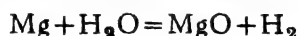
রাসায়নিক ধর্ম (Chemical Properties) (i) **বায়ুর ক্রিয়া (Action of air)** : বিশুদ্ধ সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়ামের গ্রাফ ম্যাগনেসিয়ামও অবিকৃত থাকে। ম্যাগনেসিয়াম জলীয় বায়ুতে অক্সাইডে পরিণত হইয়া যায়। যথা :



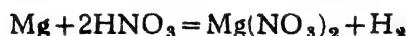
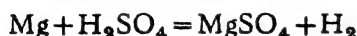
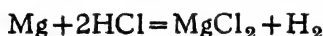
(ii) **বায়ুতে দহন ক্রিয়া (Burning in air)** : ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বায়ুতে দগ্ধ করিলে অত্যুজ্জ্বল তীব্র প্রভাব আলোক বিকীর্ণ করিয়া অক্সাইডে পরিণত হয় এবং আংশিকভাবে ক্যালসিয়ামের গ্রাফ নাইট্রাইড যৌগ গঠন করে। যথা :



(iii) **জলের ক্রিয়া (Action of water)** : ম্যাগনেসিয়াম ফুটন্ত জলে সাধারণভাবে এবং জলীয় বাষ্পের মধ্যে তীব্রভাবে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন ও ধাতুর অক্সাইড তৈরী করে। কিন্তু সোডিয়াম, পটাসিয়াম ও ক্যালসিয়ামের ক্ষেত্রে এরূপ বিক্রিয়ায় হাইড্রোক্সাইড গঠিত হয়। যথা :

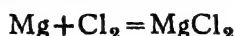


(iv) **অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid)** : ম্যাগনেসিয়াম লঘু হাইড্রোক্লোরিক, সালফিউরিক ও নাইট্রিক—এই তিনটি অ্যাসিডের সঙ্গেই বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ম্যাগনেসিয়াম ধাতু হাইড্রোজেন উৎপন্ন করিতে সক্ষম। যথা :

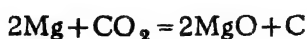


(v) **ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali)** : অত্র ক্ষাবীয় ও ক্ষারীয়-মৃত্তিকা ধাতুর গ্রাফ ম্যাগনেসিয়ামের উপবেগ ক্ষারের কোন বিক্রিয়া ঘটে না।

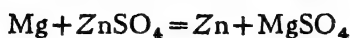
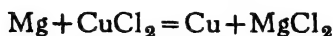
(vi) **ক্লোরিনের বিক্রিয়া (Action of chlorine)** : তপ্ত ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে জলিয়া ওঠে এবং ক্লোরাইড গঠন করে। যথা,



(vii) **বিজারণ ক্ষমতা (Reducing property)** : সোডিয়ামের গ্রাফ ম্যাগনেসিয়ামও উচ্চ তাপে একটি প্রবল বিজারক পদার্থ। যথা :

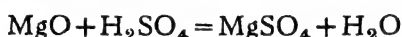


(viii) **প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া** (Displacement reaction):
ম্যাগনেসিয়াম নিম্নতর ইলেকট্রোপজ্জেটিভ ধাতুকে প্রতিস্থাপিত কবে। যথা,



প্রধান যৌগসমূহ: ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড (MgO), ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সাইড Mg(OH)_2 , ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), ম্যাগনেসিয়াম-কার্বনেট (MgCO_3), ম্যাগনেসিয়াম-সালফেট (MgSO_4) এবং ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেট $\text{Mg(NO}_3)_2$.

ইপসম লবণ (Epsom salt): ম্যাগনেসিয়াম যৌগের মধ্যে ম্যাগনেসিয়াম-সালফেট ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ইপসম লবণ নামে পরিচিত। একুপ যৌগ ইংলণ্ডের ইপসম নামক স্থানের খনিজ জলে প্রথম পাওয়া যায়। ইহা ম্যাগনেসিয়ামের যেকোন যৌগের সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় তৈরী করা যায়। যথা:

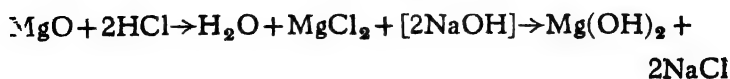
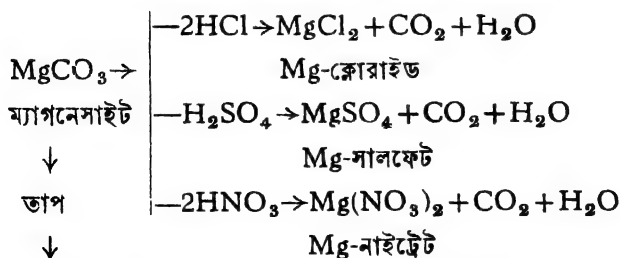


ইহা জলে দ্রবণীয়, বর্ণহীন ও স্ফটিকাকার। এই লবণটি জিংক ও আয়রনের সালফেটের সমাকৃতি (Isomorphous)। যথা:



ইহা ‘ম্যাগসাল্ফ’ নামে ছোলাপ রূপে, কাগজ ও সূতি শিল্পে, বস্ত্র ও ফায়ার-প্রুফের কাজে এবং শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগনেসিয়ামের প্রাকৃতিক যৌগ হইতে অজ্ঞাত যৌগ গঠন



ম্যাগনেসিয়াম যৌগের বৈশিষ্ট্য

ম্যাগনেসিয়াম যৌগের বৈশিষ্ট্য মূলত ক্যালসিয়াম যৌগের তায়। তাই, ম্যাগনেসিয়াম ও ক্যালসিয়ামকে সমগোত্রী ধাতু বলা হয়।

ম্যাগনেসিয়ামের ব্যবহার (Uses) : (i) ফটোগ্রাফীর ফ্লাশ্ লাইট ও অন্যান্য আলোক সংকেতকপে, (ii) বাজি তৈরী করার উপাদানরূপে (পটাসিয়াম ক্লোরেট ও ম্যাগনেসিয়াম পাউডার বাজির উপাদান), (iii) বসায়নাগাবেব বিজ্ঞাবক পদার্থরূপে (iv) খাবারি পদ্ধতিতে এবং (v) হালকা ধাতু-সংকব গঠনেব জন্তু ম্যাগনেসিয়াম ব্যবহাব করা হয়।

ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের সাদৃশ্য

1. ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম—এই উভয় ধাতুর মধ্যে আংশিকভাবে ক্ষাবীয় ধর্ম (alkaline property) এবং জলে-অদ্রবণীয়-মুক্তিকা ধাতুব (earth-metal) ধর্ম বর্তমান বলিয়া ইহাদেব ক্ষাব-মুক্তিকা (alkaline-earth) বলা হয়।

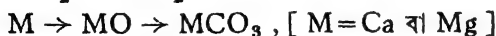
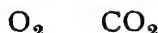
2. উভয়েই বিশেষ সক্রিয় পদার্থ বলিয়া প্রকৃতিতে মৌল অবস্থায় পাওয়া যায় না।

3. উভয় ধাতুবই যোজ্যতা দুই।

4. উভয় ধাতুবই বর্ণ রূপাব তায় সাদা এবং অপেক্ষাকৃত হালকা।

5. প্রকৃতিতে উভয়েরই মিশ্রিত লবণ পাওয়া যায়। যথা : ডলোমাইট— CaCO_3 , MgCO_3

6. উভয় ধাতু বায়ু ও জলেব সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অক্সাইড ও হাইড্রোক্সাইড গঠন কবে। এই যৌগগুলি বায়ুব-কার্বন ডাই-অক্সাইড শোষণ কবিয়া শেষ পর্ষায়ে কার্বনেট যৌগে পবিণত হয়। যথা :



এই কার্বনেট যৌগ উত্তাপে ভাঙ্গিয়া যায় এবং অক্সাইড গঠন করে। যথা :



7. উভয়েই সমভাবে বিভিন্ন যৌগ গঠন কবে এবং বিশেষভাবে নাইট্রাইড যৌগ গঠন ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামেব এক বিশেষ ধর্ম।

8. ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম একই তড়িৎবিপ্লবণ পদ্ধতিতে একই ধরনের ক্লোরাইড যৌগ হইতে নিষ্কাশিত কবা হয়।

ম্যাগনেসিয়ামের ধাতু-সংকর (Alloys)

ম্যাগনেসিয়ামের ধাতু-সংকর বিমান ও মোটরের কাঠামো তৈরী করা জন্য ব্যবহৃত হয়। কারণ, একরূপ ধাতু-সংকর ওজনে হালকা। ম্যাগনেসিয়ামের কয়েকটি ধাতু-সংকর :

নাম	উপাদান	অনুপাত
1. ম্যাগনেসিয়াম	Al : Mg	90 : 10
2. ডুবোলামিন	Al : Cu : Mn : Mg	95.5 : 3 : 1 : 0.5
4. ইলেকট্রোন	Mg : Zn	95 : 5

ম্যাগনেসিয়াম সনাক্তকরণ (Test or identification) :

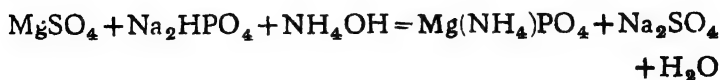
(i) ম্যাগনেসিয়ামের ষে-কোন যৌগ অঙ্গার-পিণ্ডের গর্তের মধ্যে রাখিয়া ফুৎ-নলেব সাহায্যে বুনসেন দীপের অদীপ্ত জাবণ-শিখায় দগ্ধ করিলে অঙ্গারের উপরে একটি সাদা অবশেষ থাকে। এই অবশেষের মধ্যে কয়েক ফোঁটা কোবাল্ট নাইট্রেট দ্রবণ ফেলিয়া আবার অদীপ্ত জাবণ-শিখায় উত্তপ্ত করিলে সাদা আন্তঃ গোলাপী বর্ণে রূপান্তরিত হয়।

(ii) ম্যাগনেসিয়াম লবণের ষে-কোন দ্রবণের মধ্যে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড ঢালিলে ম্যাগনেসিয়াম হাইড্রোক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।
যথা :



এই সাদা অধঃক্ষেপের মধ্যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) ঢালিলে $\text{Mg}(\text{OH})_2$ দ্রবীভূত হয়।

(iii) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) মিশ্রিত দ্রবণীয় ম্যাগনেসিয়াম যৌগ ডাই-সোডিয়াম হাইড্রোজেন ফসফেট (Na_2HPO_4) মিশাইলে ম্যাগনেসিয়াম-অ্যামোনিয়াম ফসফেটের $[\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4]$ সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।



Questions to be discussed

1. What is an alkaline earth metal. Name two such metals. What are the chief sources of such metals ?

State simple chemical principles of their extraction ?

2. How does calcium occur in nature ? Name three important compounds of calcium of commercial importance with their uses.

Outline the chemical principles of the preparation of calcium and lime. Why calcium cannot be extracted by carbon reduction process ?

3. What is lime ? How is lime prepared ? What is slaked lime and slaking of lime ? What is soda lime ?

4. Write short notes on, milk of lime, lime water, plaster of Paris, gypsum and fused calcium chloride. Give their formulæ.

5. How would you prepare cement, concrete and Plaster of Paris ?

Give chemical principles only. What happens when lime is continuously exposed to air ?

6. Why calcium cannot be extracted by carbon reduction process ? What is the reaction of air, water and caustic soda on calcium and lime ?

7. Explain why—(i) lime water turns milky in air, (ii) fused calcium chloride turns wet on exposure to air, (iii) lime swells and then crumbles on addition of water, (iv) lime hardens on exposure to air, (v) Plaster of Paris hardens when water is added to it and action stops after sometime when H_2SO_4 is added to $CaCO_3$? Give equations where necessary.

8. Starting with lime stone how would you prepare lime, fused calcium chloride, lime water, milk of lime, and calcium sulphate ?

9. Name the important ores of magnesium. Can magnesium be extracted by carbon reduction process ? If so, outline the principle of its extraction. Name three alloys of magnesium.

10. How magnesium reacts with air, water, and caustic soda ? What is magnesite ? How would you obtain magnesium oxide, magnesium hydroxide, magnesium chloride and magnesium nitrate from magnesite ?

11. What are the reactions when : (i) air reacts with magnesium, (ii) magnesite is strongly heated, (iii) Epsom salt strongly heated, (iv) carbon dioxide passed through a solution of magnesium chloride, (v) magnesium oxide treated with sulphuric acid and the solution evaporated and (vi) magnesium ribbon burns in air with dazzling flash ? Give equations where necessary.

12. Describe (without giving details about commercial plants) one method in each case by which calcium and magnesium are obtained. State the chemical properties of the metals.

[H. S. (comp.) 1961]

13. Starting from limestone describe how you would prepare quick lime and metallic calcium. How do they react with water ? Give equations.

What is cement ? Why is it considered an important building material ?

[H S. Exam 1963]

কপার বা তাম্র

প্রতীক-চিহ্ন—Cu (কিউগ্রাম), পারমাণবিক গুরুত্ব—63.67
যোজ্যতা—1 এবং 2.

পরিচয় : মানব সভ্যতায় কপার বা তাম্রই প্রাচীনতম সুপরিচিত ধাতু। তাম্রই ছিল প্রাচীন যুগের অস্ত্র ও যন্ত্রপাতি তৈরী করার অল্পতম ধাতু। সেই যুগকে তাই বলা হয় **তাম্র যুগ**। খ্রীষ্টপূর্ব তের শতাব্দীতে তাম্র এত মহার্ব ছিল যে মিসরে তাম্র ভাণ্ডার বন্ধ করা হইত মন্দির-ভবনে। ব্রোঞ্জ ও পিতল অর্থাৎ, তাম্র ও তিন এবং তাম্র ও জিংকেব মিশ্র পদার্থ পববর্তী কালে ব্যবহৃত হইতে আরম্ভ কবে। প্রাচীন মিসরে তাম্রকে বলা হইত 'চালকস'। রোমানরা প্রথম তাম্র সংগ্রহ করে সাইপ্রাস দ্বীপ হইতে। তাই, রোমান যুগে তাম্র নাম দেওয়া হয় 'সাইপ্রিয়াম'। এই সাইপ্রিয়াম কথাটি হইতে কিউপ্রিয়াম শব্দটি উদ্ভব হয় এবং পবে সাধারণভাবে এই বলিয়া 'কিউপ্রিয়ামকে' বলা হয় কিউগ্রাম বা কপার। তাম্র লাল বর্ণের অল্প প্রাচীন ভাবে তাম্রকে বলা হইত, 'লোহিত' বা লোহা'। পবে তাম্র পরিচিত হয় তাম্র বা তাম্র নামে এবং অল্প একটি ধাতুর নাম দেওয়া হয় লোহা।

প্রাকৃতিক আকরিক (Natural ores) : খুব সক্রিয় ধাতু নয় অর্থাৎ তড়িৎ বাসায়নিক তালিকায় হাইড্রোজেনের নিচে বলিয়া কপার মৌল-রূপে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়। আমেবিকার সুপিরিয়র হ্রদ অঞ্চলে, সোভিয়েট ইউনিয়নের ইউবাল পর্বতে ও সাইবেরিয়ায় মৌল অবস্থায় কপার ধাতু পাওয়া যায়। কিন্তু কপারের প্রধান ভাণ্ডার কপারের যৌগসমূহ। যথা :

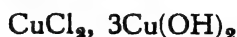
(1) **অক্সাইড :** কিউপ্রাইট (Cuprite) বা লাল কপার অক্সাইড
—Cu₂O

(11) **সালফাইড :** কপার গ্লান্স (Copper glance)—Cu₂S এবং
কপার পিরাইটিস (Copper pyrites)—
Cu₂S, Fe₂S₃ বা CuFeS₂

(iii) কার্বনেট : ম্যালাকাইট (Malakite)— CuCO_3 , Cu(OH)_2

অ্যাডুর্বাইট (Azurite)— 2CuCO_3 , Cu(OH)_2

(iv) ক্লোরাইড : অ্যাটাকামাইট (Atacamite)—



নেপাল ও ভূটান এবং ভারতের সিংভূম জেলায় মুসাবনীতে (ঘাটশিলায়), সিকিম, আসাম, নেলোব, উত্তর প্রদেশ ও পাঞ্জাবে তামার খনিজ আকবিক পাওয়া যায়। ঘাটশিলায় তাম্র নিষ্কাশন করা হয়।

কপার নিষ্কাশন

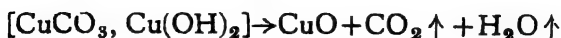
কোন পদ্ধতিতে কপার বা তাম্র নিষ্কাশিত করা হইবে তাহা নির্ভর করে আকবিকের (ore) প্রকৃতির উপরে। প্রকৃতিতে মৌল অবস্থায় যে কপার পাওয়া যায় তাহা প্রথমে বিগলকের (flux) সাহায্যে বিগলিত কবিয়া ইহাব সঙ্গে মিশ্রিত মল বা ময়লা ধাতুমল (slag) রূপে অপসারিত করা হয়। এই মল বা ময়লামুক্ত মৌল কপার তাপদগ্ধ কবিয়া অথবা (roasting) তড়িদ্বিভ্রাণ পদ্ধতিতে পৰিশোধিত করা হয়।

1. কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি

(Carbon-reduction process)

কপারের আকবিক যদি কিউপ্রাইট (Cu_2O) বা ম্যালাকাইট [CuCO_3 , Cu(OH)_2] জাতীয় অক্সাইড বা কার্বনেট হয় তবে কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে কপার নিষ্কাশন করা হয়। কার্বনেট জাতীয় আকবিক প্রথমে বায়ুতে উচ্চ তাপে জারিত কবিয়া (roasting) অক্সাইডে পরিণত করা হয়। এই অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া কপার বা তাম্র নিষ্কাশিত করা হয়। যথা :

(1) তাপজারণ (roasting) কবিয়া প্রথমে আকবিককে কপার অক্সাইডে রূপান্তর (conversion to oxide) করা হয় :—



ম্যালাকাইট বা অ্যাডুর্বাইট

(ii) চাবকোলের সাহায্যে কপার অক্সাইডের কার্বন-বিজারণ (Carbon reduction) $\text{CuO} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO} \uparrow$

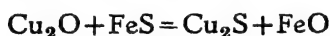
2. স্বতঃবিজ্ঞান পদ্ধতি (Self-reduction process)

পৃথিবীতে কপার পিরাইটিস বা কপারের সালফাইড যৌগ পাওয়া যায় সবচেয়ে বেশী। এই সালফাইড যৌগে মাত্র 3% কপার বর্তমান। প্রধানত এই যৌগ হইতে কপার নিষ্কাশিত করা হয়।

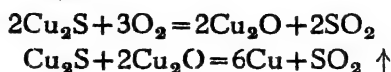
নিষ্কাশন পদ্ধতির মূল অসুবিধা (Difficulties in copper extraction from sulphide ores) : কপার পিরাইটিস হইতে কপার নিষ্কাশিত করা কষ্টসাধ্য। কপার পিরাইটিস কপার ও আয়রনের একটি মিশ্র সালফাইড। যথা :



কপার সালফাইডের সঙ্গে আয়রন সালফাইড মিশ্রিত থাকায় কপার নিষ্কাশনে অসুবিধা দেখা দেয়। সালফাইডের প্রতি কপারের বাসায়নিক আসক্তি (chemical affinity) লোহার চেয়ে অনেক বেশী। তাই, (i) তাপজারণ (roasting) পদ্ধতিতে মিশ্র সালফাইড যৌগকে অক্সাইডে রূপান্তরিত কবিবার বিক্রিয়ায় প্রথমে আয়রন সালফাইড (Fe_2S_3 বা FeS) আয়রন অক্সাইডে (FeO) পরিণত হয়। সামান্য কিউপ্রাস সালফাইডও (Cu_2S) কিউপ্রিক অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়। কিন্তু (ii) এই কিউপ্রিক অক্সাইড আবার অবিকৃত আয়রন সালফাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া কপার সালফাইডে পরিণত হয়। যথা :



(iii) তাই, কপার সালফাইড যৌগ হইতে কপার নিষ্কাশনের জন্ত প্রথম পর্যায়ে তাপজারণ পদ্ধতিতে আয়রন সম্পূর্ণভাবে অপসারিত কবাব প্রয়োজন হয়। (iv) আয়রন সম্পূর্ণভাবে অপসারিত কবিয়া স্বতঃ-বিজ্ঞাবণ (self-reduction) পদ্ধতিতে কপার সালফাইড যৌগ হইতে কপার নিষ্কাশিত করা হয়। আয়রন অপসারণের পবে কপার সালফাইড আংশিকভাবে কিউপ্রাস অক্সাইডে (Cu_2O) পরিণত হয়। এই কিউপ্রাস অক্সাইড অপবিবর্তিত কপার সালফাইডের (Cu_2S) সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া স্বতঃ-বিজ্ঞাবণ পদ্ধতিতে কপার নিষ্কাশন হবে। যথা :



(v) এই শুদ্ধ কপার তাপজারণ বা তড়িদ্বিচ্ছেদন পদ্ধতিতে পরিশোধিত করা হয়।

কপার পিরাইটিস হইতে স্রুতগ্রবিজ্ঞান পদ্ধতিতে কপার নিষ্কাশন

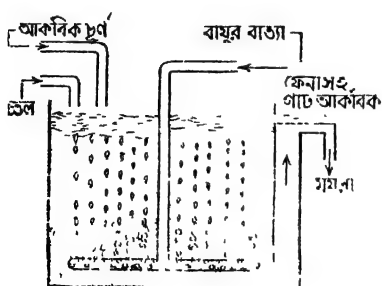
(Extraction from copper pyrites by
self-reduction process)

✓/

কপার নিষ্কাশন পদ্ধতি নিম্নলিখিত পর্যায়ে সম্পন্ন করা হয়। যথা :

- (1) আকরিকের গাঢ়ীকরণ (Concentration of ores) ,
- (2) আকরিকের তাপজারণ (Roasting of ores) ,
- (3) তাপজারিত আকরিকেব বিগলন ও কপার সালফাইডরূপে ‘ম্যাট’ প্রস্তুতি (Smelting and preparation of matte) ,
- (4) কপার সালফাইড বা ‘ম্যাট’ হইতে স্বতঃ-বিজারণ বিক্রিয়ায় কপার নিষ্কাশন (Extraction of copper by self-reduction of copper sulphide) ,
- (5) তাপজাবণ বা ভিড়িবিপ্লেষণ পদ্ধতিতে শুদ্ধ কপারের পরিশোধন (Refining of impure copper by roasting or electrolytic process)।

(1) আকরিকের গাঢ়ীকরণ (Concentration) : খনিজ কপার পিরাইটিস আকরিকে কপাবেব পবিষণ প্রায় 3 % , আকরিকে মিশ্রিত বালু,

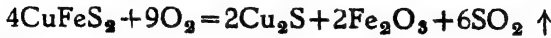


আকরিকের গাঢ়ীকরণ

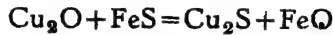
পক্ষান্তবে বালু, কাঁকব, মাটি ইত্যাদি তলায় থিতাইয়া পড়ে। ফেনা সমেত আকরিক চূর্ণ তবলের উপর হইতে তুলিয়া লওয়া হয়। এরূপ কপার আকরিকে প্রায় 35% কপার বর্তমান থাকে। আকরিক পরিশুদ্ধির এরূপ পদ্ধতিকে বলা হয় গাঢ়ীকরণ।

কাঁকব, মাটি ইত্যাদি মল বা ময়লা প্রথমে অপসাবিত করা হয়। পাইন তেল, সোডিয়াম জেনথ্রেট ও জলের সঙ্গে বিচূর্ণ আকরিক মিশ্রিত করিয়া তাহাব মধ্যে বায়ুপ্রবাহ চালান হয়। এরূপ প্রক্রিয়ায় কপার পিরাইটিস ফেনাব সঙ্গে মিশ্রিত হইয়া তরলের উপরে ভাসিয়া উঠে,

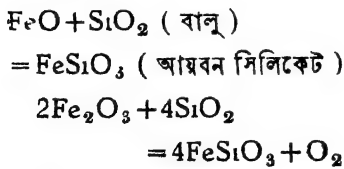
(ii) **তাপজারণ (Roasting)**: পরবর্তী পর্যায়ে গাঢ়ীকৃত আকরিক পরাবর্ত (reverberatory) বা অন্য কোন প্রশস্ত গহ্বর-যুক্ত চুল্লীতে (flat-furnace) উত্তপ্ত করা হয়। এরূপ প্রক্রিয়ায় মূলত কপার আকরিকের আয়রনের অংশ ফেরাস ও ফেরিক অক্সাইড এবং কপারের একাংশ কিউপ্রাস সালফাইডে পবিণত হয়। যথা:



এই বিক্রিয়ায় যদি সামান্য পবিমাণে কিউপ্রাস সালফাইড (Cu_2S) কিউপ্রাস অক্সাইড যোগে (Cu_2O) পবিণত হয় তবে তাহা ফেরাস সালফাইডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় পুনরায় কিউপ্রাস সালফাইড গঠন কবে। যথা:

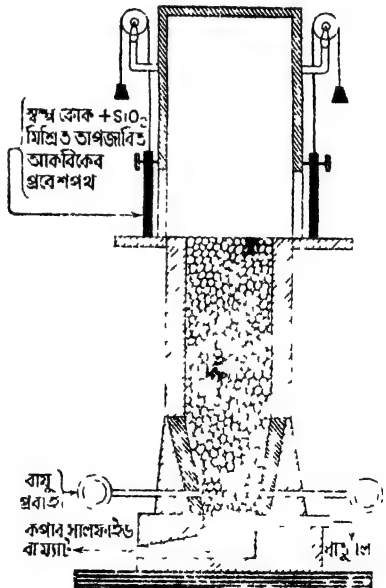


(iii) **বিগলন ক্রিয়া (Smelting)**: তৃতীয় পর্যায়ে তাপজারিত আকরিকেব সঙ্গে স্বল্প পরিমাণে কোক (C) এবং বালু বা সিলিকা (SiO_2) মিশ্রিত করিয়া চুল্লীতে উচ্চ তাপে বিগলিত করা হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় ফেরাস ও ফেরিক অক্সাইডের সঙ্গে সিলিকাব (SiO_2) সংযোগে আয়বন সিলিকেট গঠিত হয়। যথা:



এই আয়বন সিলিকেট বিগলিত কিউপ্রাস সালফাইডের উপব ভাসিতে থাকে এবং ইহা হাতলেব সাহায্যে অপসারিত কবা হয়।

চুল্লাব তলায় সঞ্চিত বিগলিত কিউপ্রাস সালফাইডকে শিল্পেব ভাষায় বলা হয় ম্যাট বা অমার্জিত ধাতু (matte or coarse metal)। এরূপ বিগলন



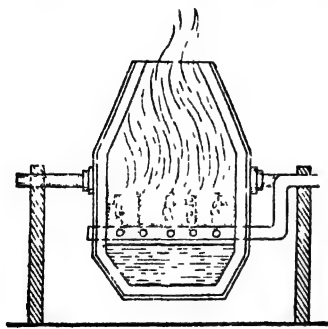
ব্লাস্ট ফার্নেসে বিগলন বিক্রিয়ায় কপার সালফাইড বা 'ম্যাট' প্রস্তুতি

বিক্রিয়ায় বালুকে বিগালক বা ফ্লাক্স (flux) এবং আয়রন সিলিকেটকে বলা হয় **খাডুমল** বা **স্ল্যাগ** (slag)।

এই বিগলন বিক্রিয়া কয়েকবার পুনরাবৃত্তি করা হয়। এরূপ প্রক্রিয়ায় অমার্জিত কিউপ্রাস সালফাইড মার্জিত বা **শ্বেত-খাতুতে** (fine or white metal) পরিণত হয়। এরূপ ম্যাটের মধ্যে প্রায় 55% কপার বর্তমান থাকে।

এইরূপ বিগলন ক্রিয়া (smelting) সম্পন্ন করা হয় সাধারণত পর্বাবর্ত বা বিভাবারোটেরী চুল্লী (reverberatory furnace) অথবা মাকং চুল্লী বা ব্লাস্ট ফার্নেসে (blast furnace)। বিভাবারোটেরী চুল্লীর বিগলন ওয়েলস পদ্ধতি (Welsh process) এবং ব্লাস্ট ফার্নেসে বিগলন ম্যানহিস পদ্ধতি (Manhes process) নামে পরিচিত। একপ বিক্রিয়ায় বিভাবারোটেরী চুল্লীর মূল গহবরে (hearth) তাপজীবিত আকবিক বিগলিত করা হয় এবং ব্লাস্ট ফার্নেসে বাত্যা-প্রবাহেব সাহায্যে বিগলন ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। এই ম্যাটে সবারবি স্বতঃ-বিজাবণেব জন্তু বিসিয়ার চুল্লী বা বিভাবারোটেরী চুল্লীর হার্শে অর্থাৎ গহবরে চালিয়া লওয়া হয়।

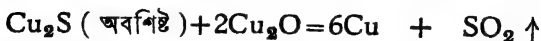
(iv) **স্বতঃ-বিজারণ ক্রিয়া (Self-reduction) :** এই ‘ম্যাট’ অর্থাৎ কিউপ্রাস সালফাইড (Cu_2S) বাত্যা-প্রবাহেব সাহায্যে স্বতঃ-



বিসিয়ার চুল্লীতে কপার সালফাইডেব
স্বতঃ-বিজাবণ

বিজাবিত করা হয়। বাত্যা-প্রবাহেব ফলে বায়ুর সঙ্গে বিক্রিয়ায় কিউপ্রাস সালফাইড আংশিকভাবে কিউপ্রাস অক্সাইডে পরিণত হয়। এই আংশিক কিউপ্রাস অক্সাইড এবং অবশিষ্ট কিউপ্রাস সালফাইড স্বতঃবিজাবণ পদ্ধতিতে কপার খাতুতে পরিণত হয়। বাহিব হইতে কোন বিজাবক দ্রব্য সরববাহ করা প্রয়োজন হয় না বলিয়া এরূপ বিজাবণ-ক্রিয়াকে স্বতঃ-বিজারণ

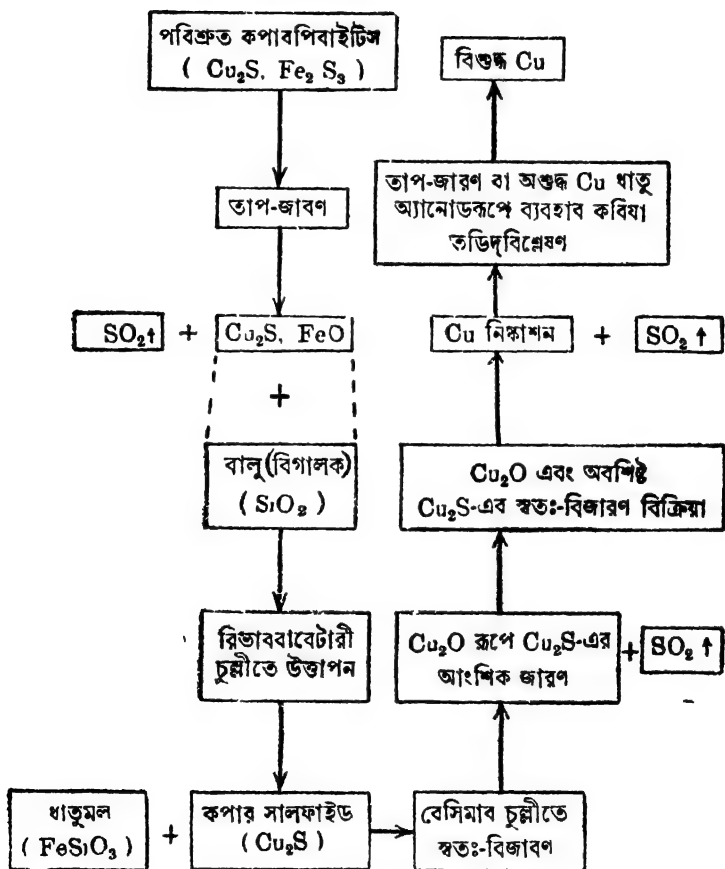
পদ্ধতি বলা হয়। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



এরূপ বিক্রিয়ায় যে সালফার ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন গ্যাস বা উদ্বৃত্ত বায়ু নির্গত হয় তাহা সত্তা উৎপন্ন তবল কপারের ভিতর দিয়া বৃদ্ধদের আকারে

নির্গত হয় বলিয়া কঠিন ধাতুরূপে জমিবার পরে কপারের উপবে অজস্র বিক্ষত-চিহ্ন দেখা যায়। তাই, এরূপ কপারকে বিক্ষত তাম্র (blister-copper) বলা হয়।

কপার নিষ্কাশন
(স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতি)

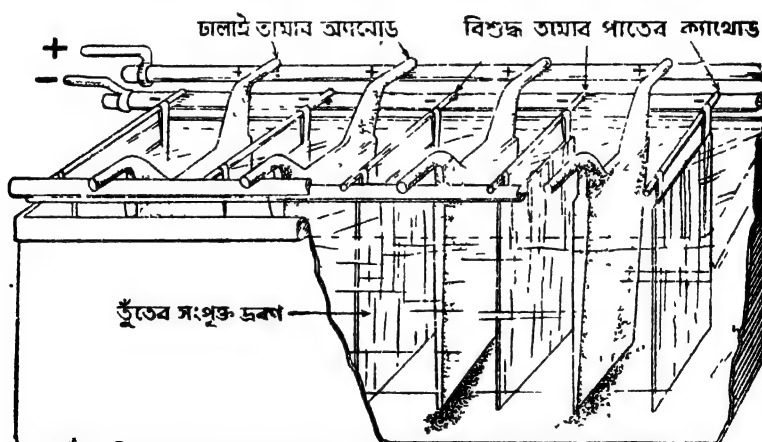


স্বতঃ-বিজারণ ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয় বিভার্বাবেটোরী চুল্লীর মূল গহ্বর বা হার্বো এবং এরূপ ক্রিয়ায় বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয়। বিকল্প পদ্ধতিতে এরূপ স্বতঃবিজারণ সম্পন্ন করা হয় বেসিমার চুল্লীতে (Bessemer converter), বেসিমার চুল্লীর মধ্যবর্তীস্থলে থাকে একটি বলয়াকার সচ্ছিন্ন বায়ু-নল। এই বলয়-নলের মাধ্যমে বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয়।

[কিন্তু ইম্পাত প্রস্তুতিতে বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয় বিসিমাৰ চুল্লীৰ তলদেশেই হইতে।] অন্তঃ-বিজ্ঞারণ সম্পূর্ণ হইলে বিসিমাৰ চুল্লী কাং করিয়া অপবিশুদ্ধ কপার সবাসবি পৰিশোধন পাत्रে ঢালিয়া লওয়া হয়।

(v) **কপার-পৰিশোধন (Refining or purification)** : বিক্ষত-তাম্রে প্রায় 2 3% লোহা, সালফার ও আবসেনিক জাতীয় ময়লা বা মল এবং অনেক সময় সামান্য সোনা, রূপা ও প্রাটিনামও থাকে। দুই ভাবে কপার পবিশুদ্ধ কবা হয়। যথা:

(ক) **তাপজারণ পদ্ধতি (Roasting)** : ব্লিষ্টাব কপাব বা বিক্ষত-কপাব রিভাববাবেটবী চুল্লীতে ঢালিয়া তাহাব মধ্যে বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয়। এইরূপ উচ্চ তাপেব প্রক্রিয়ায় সালফার-মল সালফার ডাই-অক্সাইডরূপে নির্গত হইয়া যায়। চুল্লীৰ সিলিকা লাইনিংয়েব সঙ্গে অন্তর্জ কপাবেব আয়বন বা লোহাব অক্সাইড বিক্রিয়া ঘটাইয়া ধাতুমলরূপে ভাসিয়া ওঠে এবং ইহা অপসাবিত কবা হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় স্বল্প পবিমাণে কপার-ধাতু কপাব-অক্সাইডে পরিণত হয়। কপাব ধাতুৰ মধ্যে কপাব অক্সাইডের অন্ত্র ধাতুকে ভঙ্গুব করিয়া দেয়। তাই, শেষ পৰ্যায়ে তবল কপাব-ধাতু কাঁচা কাঠের দণ্ড (poles of green wood) দ্বাবা নাড়িয়া দেওয়া হয় এবং সেই সঙ্গে বিচূর্ণ

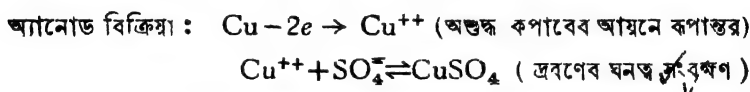
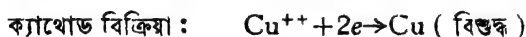


ভেদীবিপ্লেষণ পদ্ধতিতে তামাব পবিশোধন

অ্যান্থ্রোসাইট কয়লা বা কোক চূর্ণ (C) তবল ধাতুর উপবে ছড়াইয়া দেওয়া হয়। এই কার্বন এবং কাঁচা-কাঠ হইতে নির্গত বিজারক গ্যাস (reducing

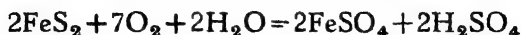
gas) কপাব অক্সাইডকে কপাব-ধাতুতে পরিণত কবে। একরূপ বিক্রিয়ার শেষে 99.5% বিশুদ্ধ কপার পাওয়া যায়।

(খ) তড়িদ্বিলেপন পদ্ধতি (Electrolytic Process) : অনেকক্ষেত্রে তড়িদ্বিলেপন পদ্ধতিতেও বিশেষ পরিশুদ্ধ কপার প্রস্তুত করা হয়। একরূপ প্রক্রিয়ায় অশুদ্ধ কপার অ্যানোড দণ্ডরূপে ও একটি বিশুদ্ধ কপার-পাত ক্যাথোড রূপে এবং দ্রবণরূপে সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত কপার সালফেট (20% CuSO_4) ব্যবহার করিয়া তড়িদ্বিলেপন করা হয়। অশুদ্ধ কপাব অ্যানোড দণ্ড হইতে কপার আয়নরূপে সালফেট দ্রবণের মধ্যে দ্রবীভূত হয় এবং দ্রবণ হইতে কপাব আয়ন বিশুদ্ধ কপাবরূপে ক্যাথোড দণ্ডে সঞ্চিত হয়। লোহা কপাব সালফেট দ্রবণে ফেবাস সালফেট রূপে (FeSO_4) দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং কপাবের সঙ্গে মিশ্রিত সোনা, রূপা ও প্লাটিনাম দ্রবণের তলায় থিতাইয়া পড়ে। একরূপ পরিশুদ্ধ কপাব বিদ্যুৎ-শিল্পে ব্যবহার করা হয়। এই কপার 99.99 % বিশুদ্ধ। তড়িৎ-বিলেপন :



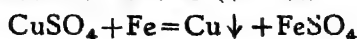
3. সিন্ধু পদ্ধতিতে কপার নিষ্কাশন

সিন্ধু পদ্ধতিতে কপাব পিবাইটিস প্রথমে উন্মুক্ত বায়ু ও বৃষ্টিব মধ্যে স্তূপাকারে ফেলিয়া রাখা হয়। ইহার ফলে অদ্রবণীয় কপাব ও আয়রন সালফাইড ধীবে ধীবে আবৃত হইয়া দ্রবণীয় কপাব সালফেট ও আয়রন সালফেটে পরিণত হয়। যথা :

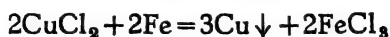


(ii) অনেক ক্ষেত্রে পিবাইটিস স্তূপে ফেবাস সালফেট দ্রবণ ঢালিয়াও কপার সালফেট তৈরী করা হয়।

(iii)' এই কপার ও আয়রন সালফেট জলে দ্রবীভূত করিয়া ইহাব মধ্যে ফালতু লোহা বা স্কেপ আয়রন (scrape iron) ফেলিয়া দেওয়া হয়। তার ফলে দ্রবণের তলায় কপাব অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :



(iv) কোন কোন ক্ষেত্রে লবণ (NaCl) ও ফেরাস সালফেট দ্রবণ শিবাইটিস স্তূপে ঢালিয়া অথবা শুষ্ক অবস্থায় একত্র দহ্য কবিত্তা কিউপ্রিক ক্লোরাইড (CuCl_2) তৈরী করা হয়। এই কিউপ্রিক ক্লোরাইড দ্রবণে কালতু আয়রন ফেলিয়া কপাব ধাতু অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। যথা :



(v) কপার তড়িৎ-বাসায়নিক তালিকায় নিম্নতম স্থানে অবস্থিত বলিয়া আয়রন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

কপারের ধর্ম

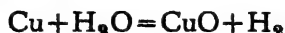
ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) কপাব লাল বর্ণের একটি ধাতব-মোল। (ii) গলিত কপাব ধীবে ধীবে শীতল করিয়া যে কপার তৈরী করা হয় তাহা ভঙ্গুর, কিন্তু দ্রুত শীতল করিয়া যে-কপার পাওয়া যায় তাহা নমনীয় ও প্রসাবশীল। এই কপারে অতি সূক্ষ্ম তার ও পাত তৈরী করা হয়। (iii) রূপাব পরেই কপাব সর্বোত্তম তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী ধাতু। (iv) কপারের ঘনত্ব 8.85 এবং গলনাংক 1083°C , স্ফুটনাংক 2310°C , ইহা শূন্য পবিরেবেশে বাষ্পে পরিণত করা যায়। (v) কপাব, টিন, জিংক, অ্যালুমিনিয়াম, নিকেল ও অন্যান্য ধাতুসঙ্গে ধাতু-সংকব গঠন করে।

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical Properties) : (1) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : কপারের উপবে অনার্দ্র ও হাইড্রোজেন সালফাইড-মুক্ত বায়ু কোন বিক্রিয়া নাই। আর্দ্র বায়ুতে কপার প্রথমে কপাব অক্সাইড বা শিল্পক্ষেত্রে সালফাইডে পরিণত হয় এবং শেষ পর্যন্ত ইহা ক্ষাবকীয় কপাব সালফেটে $[\text{CuSO}_4, 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$ পরিণত হয়। অনেক ক্ষেত্রে ইহা বা ক্ষাবকীয় ক্লোরাইড যোগেও পরিণত হয় $[\text{CuCl}_2, 3\text{Cu}(\text{OH})_2]$ । বায়ুর সংস্পর্শে শেষ পর্যায়ে ধাতব কপাব কার্বনেট যোগে পরিণত হয় বলিয়া পূর্বে যে ধারণা ছিল তাহা ঠিক নয়। অক্সিজেনের সঙ্গে তপ্ত কপারের বিক্রিয়ায় কিউপ্রিক অক্সাইড তৈরী হয়। $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$

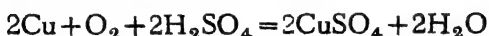
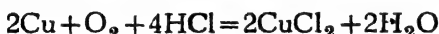
(ii) ক্লোরিন ও সালফার বাষ্পের ক্রিয়া (Action of chlorine and sulphur vapour) : তপ্ত কপার পাউডার ক্লোরিন গ্যাস ও বাষ্পীয় সালফারের মধ্যে প্রদীপ্ত শিখায় জলিয়া উঠে এবং ক্লোরাইড ও সালফাইড গঠন করে। যথা :



(ii) **জলের ক্রিয়া** (Action of water) : সাধারণত কপারের সঙ্গে জলের কোন বিক্রিয়া ঘটে না। অতি তপ্ত কপার জলীয় বাষ্পের সঙ্গে অথবা জিংক-কপার কাপল দ্বারা স্বল্প বিক্রিয়া ঘটাইয়া অক্সাইড গঠন করে। যথা :



(iv) **অ্যাসিডের ক্রিয়া** (Action of acid) : কপার তড়িৎ-বাসায়নিক তালিকায় হাইড্রোজেনের চেয়ে নিচে অবস্থিত বলিয়া অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ার স্বাভাবিক অবস্থায় কপার হাইড্রোজেন উৎপাদনে অক্ষম। শীতল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও সালফিউরিক অ্যাসিড কপারের উপরে কোন বিক্রিয়া ঘটাইতে পারে না। কপারের সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিড, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বায়ুর উপস্থিতিতে ধীরে ধীরে বিক্রিয়া ঘটায়। যথা :



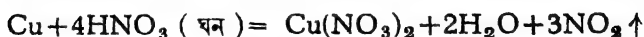
তপ্ত অবস্থায় সালফিউরিক অ্যাসিড ও কপারের বিক্রিয়ায় কপার সালফেট ও সালফার ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়। যথা :



আংশিকভাবে কিউপ্রাস সালফাইডও তৈরী হয়। যথা :



ঘন, লঘু, শীতল বা তপ্ত,—সমস্ত বকম নাইট্রিক অ্যাসিড কপারের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে সক্ষম। একপ বিক্রিয়ায় কপার নাইট্রেট ও নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড তৈরী হয়। যথা :



‘ অত্যাধিক বিক্রিয়া নাইট্রিক অ্যাসিডের অধ্যায়ে দ্রষ্টব্য]

অন্য ধাতু দ্বারা কপার প্রতিস্থাপন (Displacement of copper by other metals) : তড়িৎ-বাসায়নিক সারিতে কপারের স্থান অতি নিম্নে বলিয়া কপার-লবণের দ্রবণ হইতে উচ্চতর ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতু ‘সামান্য ও জিংক ইত্যাদি দ্বারা কপার প্রতিস্থাপিত করা যায় কিন্তু কপার তড়িৎ-বাসায়নিক সারির উচ্চস্থানের ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতু প্রতিস্থাপিত করিতে পারে না। যথা :



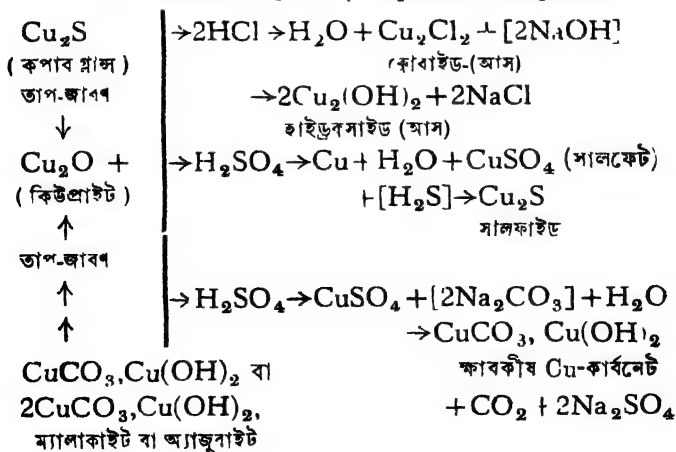
কপারের যৌগসমূহ

কপারের যোজ্যতা এক ও দুই বলিয়া ইহা দুই শ্রেণীর যৌগ গঠন করে। যথা :

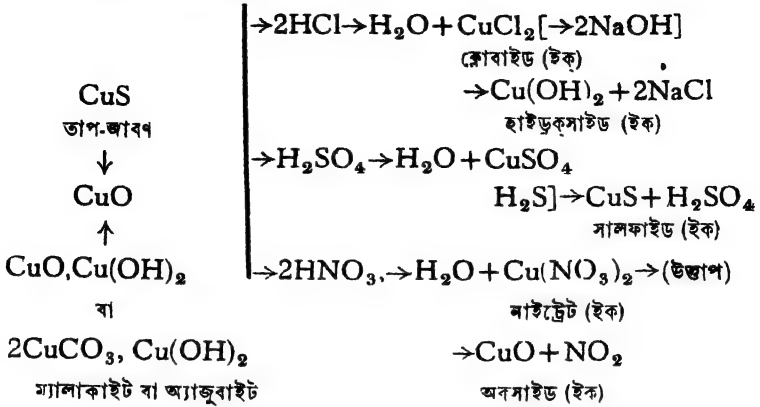
- (i) অক্সাইড লাল কিউপ্রাস অক্সাইড— Cu_2O
কালো কিউপ্রিক অক্সাইড— CuO
- (ii) হাইড্রক্সাইড কিউপ্রাস হাইড্রক্সাইড — $\text{Cu}_2(\text{OH})_2$
কিউপ্রিক হাইড্রক্সাইড — $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- (iii) সালফাইড কালো কিউপ্রাস সালফাইড— Cu_2S
কালো কিউপ্রিক সালফাইড— CuS
- (iv) ক্লোরাইড সাদা কিউপ্রাস ক্লোরাইড— Cu_2Cl_2
সবুজ কিউপ্রিক ক্লোরাইড— $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- (v) সালফেট শুষ্ক একবাকম নীল বর্ণের কিউপ্রিক বা কপার
সালফেট গঠিত হয়— $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- (vi) নাইট্রেট শুষ্ক নীল বর্ণের কিউপ্রিক নাইট্রেট গঠিত হয়
— $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- (vii) কার্বনেট কপার কার্বনেট পাওয়া যায় না, শুষ্ক নীল বর্ণের
ক্ষারকীয় কার্বনেট তৈরী হয়—
— $\text{CuCO}_3, \text{Cu}(\text{OH})_2$

প্রাকৃতিক যৌগ হইতে অন্যান্য যৌগ প্রস্তুতি

(i) কিউপ্রাস যৌগ (Cuprous Compound)



(ii) কিউপ্রিক যৌগ (Cupric Compound)

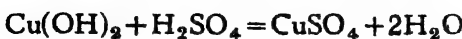
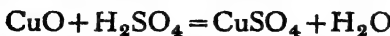
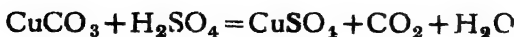


কপার সালফেট ও নাইট্রেট শুধু একটি কবিষা কিউপ্রিক তথা দুই যোজ্যতার যৌগ গঠন করে।

কপার সালফেট বা নীল ভিট্রিয়ল বা তুঁতে (Copper Sulphate or Blue vetriol)

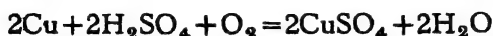
কপার সালফেট কপারের প্রধান যৌগ। এই যৌগটি প্রাচীনকাল হইতে ব্যবহৃত হইতেছে। কপার সালফেট (নীল ভিট্রিয়ল) আমাদের দেশে তুঁতে নামে পরিচিত। এই ভিট্রিয়ল হইতে সালফিউরিক অ্যাসিড তৈরী করা হইত বলিয়া পূর্বে সালফিউরিক অ্যাসিডকে ভিট্রিয়েল তেল বলা হইত।

কপারের অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট ইত্যাদি যৌগ সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া কপার সালফেট তৈরী করা যায়। যথা :



বৃহদায়তনে কপার সালফেট তৈরী করা হয় কয়েকভাবে :

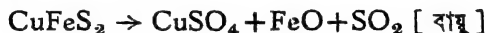
(1) পরিত্যক্ত তামার কুচি শুপাকারে বায়ুতে ফেলিয়া রাখিয়া সেই শুপের উপরে ধীরে ধীরে তবল সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হয় এবং এক্রপ তামার শুপ অনেক দিন জলবায়ুতে রাখিয়া দেওয়া হয়। ইহার ফলে বায়ুর সংস্পর্শে অ্যাসিড তামাব উপবে বিক্রিয়া ঘটাইয়া কপার সালফেট তৈরী করে। যথা :



(111) পবিত্যক্ত কপার উত্তপ্ত করিয়া তাব মধ্যে সালফার নিক্ষেপ করা হয় এবং উত্তপ্ত কপার সালফাইডেব মধ্যে বায়ু প্রবাহিত করিয়া অর্থাৎ সালফাইডকে জ্বাবিত কবিয়া কপার সালফেট তৈরী করা হয়। যথা :



(11) কপার পিরাইটিস (2CuFeS_2) নিয়ন্ত্রিতভাবে জ্বাবিত কবিয়া আয়রন সালফাইডকে আয়রন অক্সাইডে এবং কপার সালফাইডকে কপার সালফেটে পরিণত করা হয়। যথা :



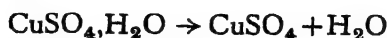
বিক্রিয়াব পবে ইহা জলের সঙ্গে মিশ্রিত কবিলে শুধু কপার সালফেট দ্রবীভূত হয় এবং আয়রন অক্সাইড অদ্রবীভূত থাকে।

স্ফটিকাকার সালফেট (Sulphate crystal) : যে-কোন ভাবেই কপার সালফেট তৈরী করা হউক না কেন ইহা জলে দ্রবীভূত কবিয়া ছাঁকিয়া লওয়া হয় এবং ইহাব দ্রবণ ঘনীভূত করিয়া নীল কপার সালফেটের স্ফটিক ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) গঠন করা হয়।

কপার সালফেট স্ফটিকেব পাঁচ অণু স্ফটিক জলেব মধ্যে চাব অণু জল 100°C তাপাংকে বাষ্প হইয়া উড়িয়া যায়। যথা :

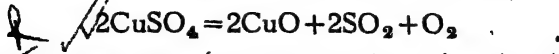


এবং 250°C তাপাংকে কপার সালফেট সম্পূর্ণরূপে নিরুদক সাদা পাউডাবে পরিণত হয়। যথা :



কোন আর্দ্র পদার্থেব সংস্পর্শে আসিলে সেই পদার্থেব জলকণা শুষিয়া লইয়া সাদা কপার সালফেট পাউডার নীল বর্ণ ধাবণ করে। এইভাবে

কোন সজল পদার্থের আর্দ্রতা পরীক্ষা করা যায়। 750°C তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে কপার সালফেট কপার অক্সাইডে (CuO) পরিণত হয়। যথা :



ব্যবহার : কপার সালফেট ব্যাপকভাবে ইলেকট্রো-প্লেটিং, ইলেকট্রো-টাইপিং, ইলেকট্রিক ব্যাটারী, কপার-বিশোধন ইত্যাদি কাজে এবং বড়-শিল্পেও প্রচুর পরিমাণে ব্যবহার করা হয়। বীজাণুনাশকরূপে এবং কাঠ-রক্ষার জন্তও ইহা ব্যবহার করা হয়।

পরীক্ষা (Expts) : (i) একটি পোরসেলিন পাত্রে কপার অক্সাইড বা কপার কার্বনেট লগু এবং তাহার উপরে সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালিয়া উত্তপ্ত কব। পাত্রটি ঠাণ্ডা করিয়া পাত্রের তলটি পরিষ্কৃত কর। পবিত্রত তরল বাষ্পীভূত করিয়া ফটিকে পবিত্রত কব। এই ফটিক নীল বর্ণের কপার সালফেট ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)।

কপারের বোজ্যতা হই প্রকার হওয়া সত্ত্বেও একমাত্র কিউপ্রিক সালফেট যোগই তৈরী করা যায়, কিউপ্রাস সালফেট তৈরী করা যায় না। এই যৌগ কপার সালফেট নামেও পরিচিত।

(ii) একটি শক্ত পরীক্ষা-নলে অল্প পরিমাণে চূর্ণ কপার সালফেট লগু এবং বুন্সেন দীপের তাপে উত্তপ্ত করিয়া সাদা পাউডারে পবিত্রত কর। পরীক্ষা-নলটি ঠাণ্ডা করিয়া তাহার মধ্যে দু'এক ফোঁটা জল ফেল। সাদা পাউডার আবার নীল বর্ণ ধারণ করিবে।

(iii) একটি বীকারে ঘন কপার সালফেট দ্রবণ লগু এবং তাহার মধ্যে একটি ছুরির পাত ডুবাত। ছুরির পাতে তাহার সর পড়িবে।

(iv) একটি পরীক্ষা-নলে কপার সালফেট দ্রবণ লগু এবং তাহার মধ্যে কস্টিক সোডা দ্রবণ ঢাল। নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ পড়িবে। ইহা উত্তপ্ত করিলে পরে কালো হইয়া যাইবে। অধঃক্ষেপ : $\text{Cu}(\text{OH})_2$

(v) একটি পরীক্ষা-নলে কপার সালফেট দ্রবণ লগু এবং তাহার মধ্যে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাত। প্রথমে নীলাভ অধঃক্ষেপ পড়িবে। আরও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) মিশাত, অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া পাত নীল বর্ণের দ্রবণ তৈরী হইবে। এইরূপ পরীক্ষা দ্বারা কপার সনাক্ত করা যায়।

[এরূপ বিক্রিয়ার সমীকরণ আগেই দেওয়া হইয়াছে]

(iv) **কপার সনাক্তকরণ (Test or Identification) :** সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে কপারের কোন যৌগ মিশাইয়া অক্সাব-পিণ্ডের গর্তের মধ্যে

রাখিয়া ফুং-নলেব সাহায্যে বুনসেন দীপের বিজারক প্রদীপ্ত শিখায় উত্তপ্ত কবিলে অক্সার-পিণ্ডে কিউগ্রাস অক্সাইডের (Cu_2O) লাল আন্তরণ পড়ে। এই লাল আন্তরণে কয়েক কোঁটা নাইট্রিক অ্যাসিড ফেলিলে বাদামী নাইট্রোজেন পারক্সাইড গ্যাস নির্গত হয়।

(ii) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড-সিক্ত প্ল্যাটিনাম-তারের মুখে লাগাইয়া যে কোন কপাব যোগ বুনসেন দীপের অদীপ্ত শিখায় ধবিলে নীলাভ-সবুজ শিখা সৃষ্টি হয়।

(iii) কপার সালফেট দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড মিশাইলে নীলাভ সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। আবও অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড ঢালিলে অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং দ্রবণ ঘন নীল বর্ণে পরিণত হয়।

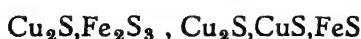
(vi) কপার সালফেটের দ্রবণে সালফিউবেটেড হাইড্রোজেন গ্যাস চালনা কবিলে কালো কপাব সালফাইড (CuS) অধঃক্ষেপ পড়ে। এই অধঃক্ষেপ নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় এবং এরূপ দ্রবণের বর্ণ নীল।

[সমীকরণ আগেই দেওয়া হইয়াছে।]

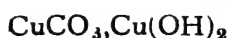
কপারের বৈশিষ্ট্য

1. কপারের যোজ্যতা 1, 2, সুতরাং কপাব ‘আস’ ও ‘ইক’ এরূপ বিভিন্ন দুই শ্রেণীর যোগ গঠন কবে। কিন্তু সালফেট ও নাইট্রেট যোগ এক রকম। যথা : CuSO_4 এবং $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

প্রকৃতিতে কপারের মিশ্র সালফাইড পাওয়া যায়। যথা :



3. কপারের প্রাকৃতিক কার্বনেট ক্ষারকীয় (basic) ; যথা :

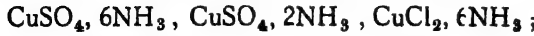


4. কপার নিষ্কাশন করা হয় স্বতঃবিজারণ পদ্ধতিতে।

5. তপ্ত কপার সালফাব ও ক্লোরিনের সংস্পর্শে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জলিয়া উঠিয়া সালফাইড ও ক্লোরাইড যোগ গঠন করে।

6. কপারের ক্লোরাইড, সালফেট, নাইট্রেট ও কার্বনেট যৌগ বর্ণে নীল। ইহাদের বর্ণ ক্ষটিক জলের উপর নির্ভর করে। ক্ষটিক-জলমুক্ত অনার্দ্র কপার যৌগ বর্ণে সাদা।

7. কপার যৌগ অ্যামোনিয়াব সঙ্গে জটিল যৌগ গঠন করে। যথা :



8. জিংক ইত্যাদি উচ্চতর ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতু দ্বারা কপার-যৌগ হইতে সহজেই কপার প্রতিস্থাপিত হয়।

9. কপারের অনেক বহু-ধাতু-সংকব গঠন করা যায়।

কপারের ব্যবহার (Uses of copper) : (i) কপার টেলিগ্রাফ ও টেলিফোনের তার, বিদ্যুৎ পরিবহণের তার ও অন্যান্য তড়িৎ-শিল্পে ব্যবহৃত হয়। প্রতি বৎসর প্রায় 1,400,000 টন কপার নিষ্কাশিত করা হয়। ইহার মধ্যে 1,000,000 টন কপার তড়িৎ-শিল্পে ব্যবহৃত হয়। (ii) ইলেকট্রো-প্লেটিং ও ইলেকট্রো-টাইপিং শিল্পে এবং ডায়নামো, মোটর ও অন্যান্য ইলেকট্রিক যন্ত্র, কেটলী, টিউব ও অন্যান্য যন্ত্রপাতি নির্মাণে এবং ধাতু-সংকর উৎপাদনে কপার ব্যবহার করা হয়। (iii) বাসনপত্ররূপে ব্যবহৃত কপার-পাত্র সর্বদা ভাল কবিত্বা ধুইয়া ব্যবহার করা প্রয়োজন। একপ পাত্রের গায়ে বায়ু সংস্পর্শে সঞ্চিত ময়লা বিযুক্তি করিতে পারে। (iv) তড়িৎরূপে কপার সালফেট প্রস্তুতি এবং ধাতু-সংকব নির্মাণেও ইহা ব্যবহৃত হয়।

কপারের কয়েকটি ধাতু-সংকর

নাম	উৎপাদন ও অনুপাত	ব্যবহার
1 পিতল	$\text{Cu} : \text{Zn} :: 70 : 30$	বাসনপত্র ও মূর্তি
2 ব্রোঞ্জ	$\text{Cu} : \text{Sn} :: 90 : 10$	বাসনপত্র ও মূর্তি
3 জার্মান সিলভার	$\text{Cu} : \text{Zn} : \text{Ni} :: 50 : 30 : 20$	বাসনপত্র ও চাকুশিল্প
4 অ্যালুমিনিয়াম ব্রোঞ্জ	$\text{Cu} : \text{Al} :: 90 : 10$	স্থাপত্য, ফটোর ফ্রেম, মুদ্রা এবং পেইন্ট
5 বেল মেটাল	$\text{Cu} : \text{Sn} :: 80 : 20$	বাসনপত্র প্রভৃতি

Questions to be discussed

1. What are the principal ores of copper ? How is copper extracted from its sulphide ore ? State the principle of its extraction. What are its uses ?

2. What do you understand by self-reduction process ? How this process is used in extracting copper from copper glance ? State the principle only.

3. How can copper sulphate be prepared commercially ? What happens when copper sulphate is heated ? What are the important alloys of copper ? What happens when an iron knife is dipped into a solution of copper sulphate ? Give equations

4. What are the valencies of copper ? Write the formula of oxide, hydroxide, carbonate, nitrate and sulphate of copper ? How would you prepare these compounds from a natural ore ? Give reactions only. What happens when caustic soda solution is added to copper sulphate solution ?

5. What is blue vetriol ? Describe in outline the method of its preparation and uses. Describe an experiment to prove that blue vetriol contains copper ?

6. Starting with malakite how would you prepare copper sulphate, cupric oxide, cupric hydroxide and cupric sulphate ? How would you prepare copper sulphate from copper glance ?

7. What happens when :

(i) an aluminium foil is dipped into CuSO_4 sol. (ii) heated copper foil is treated with chlorine (iii) boiling sulphur is thrown over a copper foil (iv) nitric acid dropped over copper foil (v) silver foil is dipped into copper sulphate solution, and (vi) ammonia is added to copper sulphate solution ? Give equations where necessary.

8. How would you purify copper ? How would you use copper plate as utensils ? What is copper-plating ? How is copper used ?

9. What is the main difficulty in extracting copper from copper glance. How is this difficulty removed ? What are coarse metal and fine metal ? Give three examples of the alloys of copper.

10. Give in outlines the chemistry of the extraction of copper from copper pyrites. What are the uses of copper? How would you identify copper. Give two tests only.

11. Describe the reactions involved in the different stages of extraction of copper from copper pyrites. How is the metal refined? State two of the principal uses of the metal.

[*H. S. Exam. 1960*]

12. How is copper extracted from copper pyrites? Give equation for chemical reactions involved. How is chemically pure copper obtained? What happens when copper is treated with moderately dilute nitric acid?

[*H. S. (comp.) 1961*]

13. Describe how copper is prepared from copper pyrites. State its properties and uses. How is the metal refined?

[*H. S. Exam., 1963*]

14. How does chlorine react with the metals sodium, copper and iron? Give equations. How would you convert the compounds to the respective metals again?

15. (a) Under what condition is a metal displaced from a solution of its salt by another metal? Give two examples. (b) What is plaster of paris? How is it prepared; state its property and uses. (c) starting from copper pyrites how would you prepare crystalline copper sulphate? How is it made from ferrous sulphate? What happens when crystalline copper is strongly heated to redness?

[*H. S. (comp.) 1964*]

16. How is copper extracted from copper pyrites? Give equations for the chemical reactions which takes place in the process. What happens when metallic copper is (a) heated with moderately dilute nitric acid and (b) boiled with conc. H_2SO_4 ? Give equations.

[*H. S. 1965*]

17. What happens when a knife blade is put into a solution of copper sulphate? Give the reasons for the reactions which occur.

[*H. S. (comp.) 1963*]

18. Describe properties and uses of copper sulphate.

[*H. S. (comp.) 1962*]



জিংক বা দস্তা

প্রতীক চিহ্ন—Zn, পারমাণবিক গুরুত্ব—65.4, যোজ্যতা—2

পরিচয় : বহু প্রাচীনকাল হইতেই পিতল বা 'ব্রাস' রূপে জিংকের ধাতু-সংক্বেৰ সঙ্গে মানব সভ্যতাৰ পৰিচয় ছিল। কিন্তু মৌল ধাতুৰূপে জিংকেৰ পৰিচয় বোল শতাব্দীর পূৰ্বে জানা ছিল না। প্রাচীনকালে চীন ও ইন্দোনেশিয়া হইতে জিংকেৰ যৌগ ইথোবোপে রপ্তানি করা হইত। সে সময়ে এক্সপ যৌগের পৰিচয় দেওয়া হইত 'ভাবতীয় টিন' নামে। পৰে 17৫1 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী হেনকেল প্রাকৃতিক জিংক কাৰ্বনেট যৌগ ক্যালামাইন হইতে জিংক নিষ্কাশিত কৰিয়া 'ভাবতীয় টিন' নামের ধাতুটিকে 'জিংক' নামে অভিহিত কৰেন। জিংক ধাতুটি ভাবতে দস্তা নামে পরিচিত।

প্রাকৃতিক আকল্পিক (Natural ores)

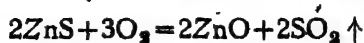
- (i) অক্সাইড : জিংকাইট-(Zincite) বা লাল জিংক— ZnO
ফ্রাংকলিনাইট (Franklinite) ZnO, Fe_2O_3
- (ii) কাৰ্বনেট : ক্যালামাইন (Calamine)— $ZnCO_3$
- (iii) সালফাইড : জিংক ব্লেণ্ড (Zinc blende)— ZnS
- (iv) সিলিকেট : উইলেমাইট (Willemite)— $2ZnO, SiO_2$

বিহার, উত্তর প্রদেশ, কাশ্মীর, পাঞ্জাব, বাজস্থান ও মাজাজে স্বল্প পরিমাণে জিংক ব্লেণ্ড পাওয়া যায়।

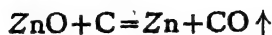
কাৰ্বন-বিজাৰণ পদ্ধতিতে জিংক নিষ্কাশন (Zinc-extraction by Carbon-reduction process)

জিংক প্রধানত নিষ্কাশন করা হয় জিংক ব্লেণ্ড বা সাইফাইড (ZnS) যৌগ হইতে। নিষ্কাশন পদ্ধতির বিভিন্ন পর্যায় মূলত এইরূপ :

(ক) প্রথমত, জিংক ব্লেন্ড (ZnS) উচ্চতাপে বায়ুর সংস্পর্শে তাপ-জারিত (roasting) করিয়া জিংক-অক্সাইডে (ZnO) পরিণত করা হয়। যথা :



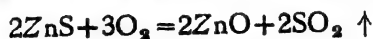
(খ) দ্বিতীয়ত, এই জিংক-অক্সাইড-কার্বন দ্বারা বিজারিত করিয়া জিংক ধাতুতে পরিণত করা হয়। যথা :



জিংক-নিষ্কাশন পদ্ধতির বিভিন্ন পর্দায়ের সাধারণ বর্ণনা অত্মরূপ :

(i) আকরিক চূর্ণন, বিধৌতকরণ ও গাটীকরণ (Grinding, washing and concentration of ores) : প্রথমে জিংক ব্লেন্ড চূর্ণ করা হয় এবং এই চূর্ণ আকরিক তেল জল মিশ্রণে বিধৌত করিয়া গাট করা হয় অর্থাৎ বাহ্যিক ময়লা দূর করিয়া আকরিকের মধ্যে ধাতুর পরিমাণ বৃদ্ধি করা হয়। তেল, জল ও আকরিক মিশ্রণকে আলোড়িত করিয়া পাত্রের তলার দিক হইতে মিশ্রণের মধ্যে বায়ু প্রবাহিত করিলে কেনাব সঙ্গে ময়লা-মুক্ত আকরিক উপবে ভাসিয়া ওঠে এবং ইহা সচ্ছিন্ন হাতল দ্বারা সংগ্রহ করা হয়।

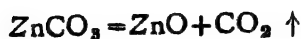
(ii) তাপ-জারণ তথা অক্সাইড প্রস্তুতি (Roasting or calcination) : এই গাট বা ময়লা মুক্ত আকরিক বিশেষ ধবনের চুল্লীতে উত্তপ্ত করিয়া অক্সাইডরূপে জারিত করা হয়। এই জারণ-ক্রিয়ার তাপ এরূপভাবে নিয়ন্ত্রিত করা হয় যাহাতে জিংক-সালফাইড (ZnS) অতিরিক্ত পরিমাণে জারিত হইয়া জিংক-সালফেট ($ZnSO_4$) যোগে পরিণত না হয়। এরূপ জারণ ক্রিয়ায় উষ্ণতা $800^\circ C$ তাপাংকেব নিচে রাখা হয়। জিংক সালফাইড এইভাবে জারিত করিয়া জিংক অক্সাইডে (ZnO) পরিণত করা হয়। যথা :



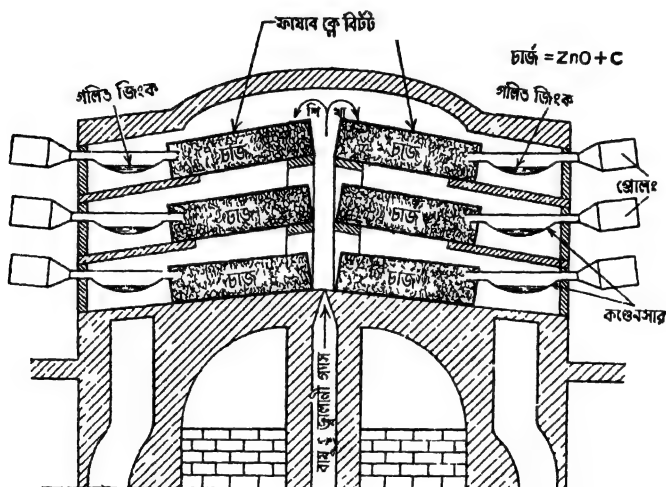
এরূপ বিক্রিয়ায় সামান্য জিংক সালফেট তৈরী হয়। এই জিংক সালফেট উচ্চতর তাপাংকে পুনরায় জিংক অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



ক্যালামাইন অর্থাৎ জিংক কার্বনেট আকরিক ব্যবহার করা হইলে তাপ-জারণ পন্থায় এই কার্বনেট যৌগকেও প্রথমে অক্সাইডে পরিণত করা হয়। যথা :

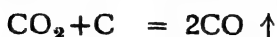


(iii) কার্বন-বিজারণ (Carbon-reduction) : এই জিংক অক্সাইড চূর্ণ করিয়া প্রায় অর্ধেক পরিমাণে কোক বা চারকোল অর্থাৎ কার্বনের সঙ্গে ভালভাবে মিশ্রিত করা হয় এবং এরূপ মিশ্রণ অগ্নিসহ্য-মুক্তিকা (fire clay) দ্বারা তৈরী আবদ্ধ মৃৎপাত্র বা রিটটে ভরিয়া প্রেডিউসার গ্যাস নামের জ্বালানী গ্যাস দ্বারা উত্তপ্ত (তাপাংক $1300^{\circ}\text{C} - 1400^{\circ}\text{C}$) করা হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় কয়লা বা চারকোলের কার্বন জিংক-অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া ধাতব জিংকে পরিণত করে। এরূপ বিজারণ-ক্রিয়ায় যে কার্বন মনোক্সাইড



কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে জিংক নিষ্কাশন

তৈরী হয় তাহাও জিংক অক্সাইডেব বিজাবণে অংশ গ্রহণ করে। যথা :

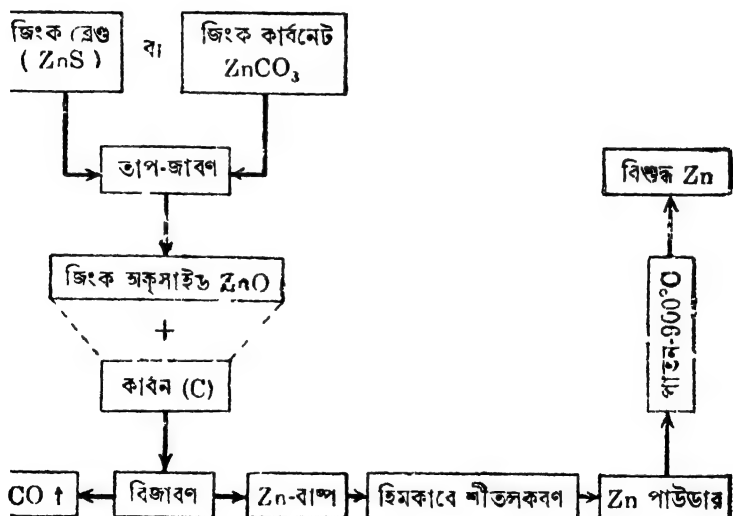


(iv) জিংক-সংগ্রহ : মৃৎপাত্রের সঙ্গে একটি হিমকার বা কন্ডেন্সার সংযুক্ত থাকে এবং হিমকারের অপরদিকে সংযুক্ত থাকে একটি গ্রাহক পাত্র। এই গ্রাহক পাত্রের বিশেষ নাম প্রোলং (prolong)। গ্যাসের উচ্চতাপে রিটটের ভিতরে যে-জিংক নিষ্কাশিত হয় তাহা বাষ্পে পরিণত হইয়া হিমকারের

(condenser) মধ্যে তবল জিংক এবং আংশিকভাবে জিংক পাউডার রূপে জমা হয় এবং প্রোলংয়ের মুখে নীল শিখায় কার্বন মনোকসাইড জ্বলিতে থাকে। এই জিংকের মধ্যে স্বল্প পবিমাণে জিংক অক্সাইডও থাকে। উত্তপ্ত তরল জিংক শীতল করিয়া জিংক দানা বা দণ্ড তৈরী করা হয়। এক্ষণে জিংককে বলা হয় স্পেলটার (spelter)।

(v) পরিশোধন (Purification) : এই স্পেলটার জিংকেব সঙ্গে অ্যালুমিনিয়াম, আয়রন, আবসেনিক ও অগ্নাত ধাতু এবং কিছু জিংক অক্সাইড ময়নারূপে মিশ্রিত থাকে। স্পেলটার-জিংক বাব কয়েক উচ্চতাপে (900°C - 1000°C) পাতিত (distil) করিয়া বিশুদ্ধ জিংক তৈরী করা হয়। জিংকের স্ফুটনাংক প্রায় 900°C .

জিংক নিষ্কাশন



(vi) স্পেলটার-জিংক অ্যানোডরূপে ও বিশুদ্ধ জিংকেব পাত ক্যাথোডরূপে এবং জিংক সালফেট ($\text{ZnSO}_4 - 20\%$) ও সালফিউরিক অ্যাসিডেব মিশ্রণ দ্রবণরূপে ব্যবহার করিয়া তড়িৎবিভ্রাণ পদ্ধতিতেও জিংক বিশেষভাবে পরিশুদ্ধ করা যায়। অশুদ্ধ জিংক অ্যানোড হইতে জিংক আয়নে পরিণত হইয়া জিংক সালফেটের ঘনত্ব অপরিবর্তিত রাখে।

তড়িৎ বিয়োজন : $\text{ZnSO}_4 \rightleftharpoons \text{Zn}^{++} + \text{SO}_4^{--}$

ক্যাথোড বিক্রিয়া : $\text{Zn}^{++} + 2e \rightarrow \text{Zn}$ (বিশুদ্ধ জিংক)

অ্যানোড বিক্রিয়া : Zn (অশুদ্ধ জিংক) $- 2e \rightarrow \text{Zn}^{++}$

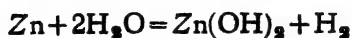
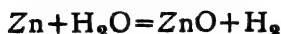
পুনঃ সালফেট গঠন : $\text{Zn}^{++} + \text{SO}_4^{--} \rightleftharpoons \text{ZnSO}_4$

জিংকের ধর্ম

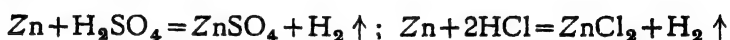
ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) জিংক নীলাভ সাদা ধাতু। (ii) সাধারণ জিংক ভঙ্গুর কিন্তু $120^\circ\text{C} - 200^\circ\text{C}$ তাপাংকে ইহা নমনীয়। তাই, এরূপ তাপাংকে জিংকের তার ও পাত তৈরী করা যায়। আবার 200°C তাপাংকেব উদ্দেশ্যে জিংক ভঙ্গুর হইয়া ওঠে। (iii) জিংকের ঘনত্ব 6.9 , গলনাংকে 419°C এবং ফুটনাংক 900°C , (iv) জিংক তাপ ও বিদ্যুৎপরিবাহী ও পজেটিভ তড়িৎধর্মী।

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : বিশুদ্ধ বায়ুতে জিংকেব কোন বিক্রিয়া ঘটে না, কিন্তু আর্দ্র বায়ুতে জিংক বিবর্ণ হইয়া যায়। জিংক বায়ুর মধ্যে দগ্ধ কবিলে সবুজ আভার সাদা শিখা সৃষ্টি করিয়া ইহা জিংক অক্সাইডে পরিণত হয়। এরূপ জিংক অক্সাইড দেখিতে সাদা এবং বুলের আকারে তৈরী হয়। তাই, এরূপ জিংক অক্সাইডকে দার্শনিকের উল (Philosopher's wool) বা সাদা জিংক (white zinc) বলা হয়। সিক্ত বায়ু জিংকের উপর ক্ষাবকীয় কার্বনেটের একটি আন্তরণ (film) ফেলে। তাই সিক্ত বায়ুতে জিংকের বিক্রিয়া ঘটে খুব ধীরে ধীরে। বিক্রিয়া : $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$

(iii) **জলের ক্রিয়া (Action of water) :** জিংকেব উপর শীতল জলের কোন ক্রিয়া নাই। বাণিজ্যিক অপরিষ্কৃত জিংক অথবা জিংক ও তামার কপার-কপাল নামেব ধাতু-সংকর জলের ফুটনাংকের উষ্ণতায় হাইড্রোজেন ও জিংক অক্সাইড গঠন করে। আংশিকভাবে জিংক হাইড্রোক্সাইডও গঠন করে। যথা :



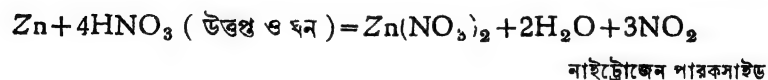
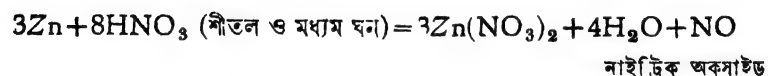
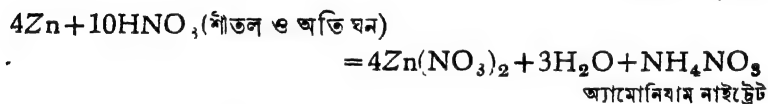
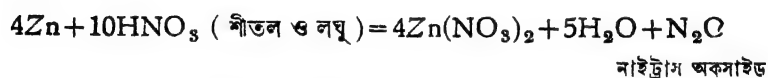
(iii) অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) : বিশুদ্ধ জিংক সালফিউরিক অ্যাসিডে অদ্রবণীয়। কার্বন, জিংক ও অ্যাসিডের প্রারম্ভিক বিক্রিয়ায় যে হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয় সেই হাইড্রোজেন জিংকের উপরে পাতলা পর্দারূপে এক আস্তবরণ ফেলিয়া জিংককে অ্যাসিডের সংস্পর্শ হইতে বক্ষা করে। কিন্তু বাণিজ্যিক অবিশুদ্ধ জিংক-দানার সঙ্গে অ্যাসিডের সর্বদা বিক্রিয়া ঘটে। লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড এবং জিংকের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়। যথা :



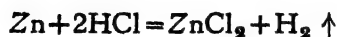
ঘন ও তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিড ও জিংকের বিক্রিয়ায় সালফার ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়। যথা :



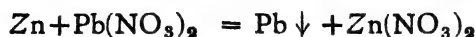
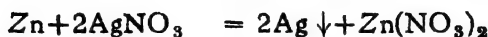
নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে জিংকের বিক্রিয়ায় জিংক নাইট্রেট এবং অম্ল কি কি যোগ গঠিত হয় তাহা নাইট্রিক অ্যাসিডের ঘনত্বের উপর নির্ভব কবে। যথা :



(iv) ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali) : জিংকের একটি বৈশিষ্ট্য এই যে ইহা অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়ের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া লবণ তৈরী করে। যথা :

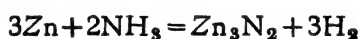


(v) **ধাতু-প্রতিস্থাপন ক্রিয়া** (Replacement by metal) : তড়িদ-রাসায়নিক তালিকায় জিংকেব স্থান উচ্চতর বলিয়া সিলভার সীসা ও কপারের দ্রবণীয় যৌগ হইতে জিংক নিম্নরূপ ধাতু প্রতিস্থাপিত কবে। যথা :



(vi) **ক্লোরিনের সঙ্গে বিক্রিয়া** : তপ্ত জিংকেব সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ক্লোরাইড গঠিত হয়। যথা : $\text{Zn} + \text{Cl}_2 = \text{ZnCl}_2$

(vii) **অ্যামোনিয়ার সঙ্গে বিক্রিয়া** : তপ্ত জিংকের সঙ্গে অ্যামোনিয়ার বিক্রিয়ায় জিংক নাইট্রাইড গঠিত হয়। যথা :



জিংকের বৈশিষ্ট্য

1. বিশুদ্ধ জিংকেব সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডেব কোন বিক্রিয়া ঘটে না বলিয়া অবিষ্মদ জিংক ব্যবহাব কবিয়া জিংক সালফেট তৈরী করিতে হয়।

2. জিংক ইলেকট্রো-পজিটিভ ও ধর্ম উচ্চতর বলিয়া CuSO_4 , AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ইত্যাদি দ্রবণ হইতে Cu, Ag ও Pb প্রতিস্থাপিত করিতে পাবে।

3 অ্যালুমিনিয়ামেব ত্রায় জিংক কষ্টিক সোডার সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া জিংকেট নামে বিশিষ্ট যৌগ গঠন করিতে পারে।

4. জিংক লোহার পাত্রে প্রলেপ দেওয়ার জন্য বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়।

5. জিংকের অনেক রকম ধাতু-সংকর প্রস্তুত করা যায়।

6 জিংকের স্ফুটনাংক 900°C , তাই জিংক পাতিত করিয়া বিশুদ্ধ করা যায়।

জিংকের ব্যবহার (Uses of Zinc) : (i) রসায়নাগারে হাইড্রোজেন উৎপাদন, (ii) বিজারক পদার্থরূপে এবং (iii) শিল্পে ইলেকট্রিক সেল ও শুদ্ধ

ব্যাটারী (dry cell) তৈরী করার জন্ত জিংকেব পাত ব্যবহার করা হয়। (iv) পিডল ও কাঁসা অর্থাৎ ব্রাস ও বেল-মেটাল নামেব জিংক ও টিনের ধাতু-সংকর গঠনের জন্ত, বিভিন্ন ধবনের পাত্র তৈরী করার জন্ত এবং প্রধানত দস্তালিপ্ত বা গ্যালভেনাইজড লোহার পাত তৈরী করার জন্ত জিংক ব্যবহৃত করা হয়। (v) বড় শিল্পে, ঔষধ-প্রস্তুতিতে এবং সোনা ও রূপা নিষ্কাশনে জিংক ব্যবহৃত হয়। জিংকের ধাতুসংকরের উদাহরণ :

নাম	উপাদান	অনুপাত
পিতল বা ব্রাস	Cu : Sn	বিভিন্ন অনুপাত
বেস-মেটাল	Cu : Sn	„ „
জার্মান-সিলভার	Cu : Zn : Ni	„ „

১. দস্তা-লেপন বা গ্যালভেনাইজেশন (Galvanisation)

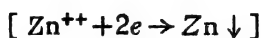
লৌহ নির্মিত জিনিসপত্র আর্দ্র বায়ুতে মরিচাগ্রস্ত হইয়া নষ্ট হইয়া যায়। কিন্তু লোহার পাত বা পাত্রাদিতে যদি জিংকেব প্রলেপ দেওয়া যায় তবে লোহার জিনিস-পত্র জলবায়ু প্রকোপ হইতে রক্ষা করা সম্ভব হয়। জিংক দ্বারা লোহার পাত বা পাত্রাদিকে প্রলেপ দেওয়ার পদ্ধতিকে দস্তা-লেপন বা গ্যালভেনাইজেশন বলা হয়।

১. দস্তা-লেপন পদ্ধতি : দস্তা-লেপনের জন্ত—(i) প্রথমে লোহার পাত বা লুনারিয়ারিয়া (sand blast) পবিকৃত করা হয়। (ii) এই লোহার পাত লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডে ধুইয়া লোহার উপরে অকসাইডেব আস্তরণ অপসাবিত করা হয়। (iii) ইহার পরে স্বল্প পরিমাণে বিগালক রূপে (flux) অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রিত করিয়া গলিত জিংক-গাহে (molten zinc bath) লোহার পাত ডুবাইয়া লোহার উপরে দস্তা বা জিংকের প্রলেপ দেওয়া হয়। (iv) পববর্তী পর্যায়ে এই জিংক-লিপ্ত-পাতের উপরে চাপ দিয়া জিংকেব প্রলেপ লোহার উপরে সমান ভাবে পুরু বা ঘন করা হয়।

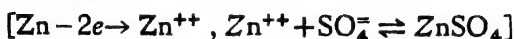
এই গ্যালভেনাইজড বা দস্তালিপ্ত লোহার পাত দ্বারা কবোগেটেড টিন (যদিও ইহা আসলে জিংকপ্রলিপ্ত চেউতোলা লৌহ পাত), বালতি, কোঁটা ইত্যাদি তৈরী করা হয়। ✓

২. দস্তা-লেপনের ইলেকট্রোপ্লেটিং পদ্ধতি : ইলেকট্রোপ্লেটিং পদ্ধতিতে যে লৌহ পাত্রকে দস্তালিপ্ত করা হয় তাহা ক্যাথোডরূপে ও স্রোতের

জিংক দ্রব অ্যানোড-রূপে এবং সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত জিংক সালফেটেব দ্রবণ ব্যবহার করিয়া তড়িদ্রবিলেপন পদ্ধতিব প্রয়োগ করা হয়। দ্রবণ হইতে জিংক আয়ন (Zn^{++}) ক্যাথোডরূপে ব্যবহৃত লৌহপাত্রের উপরে ধাতব জিংক-রূপে সমঘন আস্তরণ ফেলে।



পক্ষান্তবে অ্যানোড হইতে জিংক আয়নরূপে দ্রবীভূত হইয়া জিংক সালফেট দ্রবণেব ঘনত্ব অপবিবর্তিত বাখে।



বিশেষ প্রয়োজনে ব্যবহৃত লৌহপাত্র ইলেকট্রোপ্লেট করা হয়, কারণ এই পদ্ধতি বায়ু-সাধ্য।

3. শেরার্ড-ডাইজেশন : ছোট ছোট দস্তালিপ্ত লৌহ দ্রব্যাদি তৈবীব জগ্ন ইহাদের উপবে জিংক ও জিংক অকসাইডেব পাউডাব মিশ্রিত করিয়া মাখাইয়া দেওয়া হয় এবং ড্রামেব ত্রায় আবদ্ধ পাত্রে বাখিয়া উত্তপ্ত করা হয়। উত্তাপেব ফলে লৌহাব উপবে দস্তাব প্রলেপ পরে এবং অনেকাংশে দস্তা ও লৌহার ধাতু-সংকবও গঠিত হয়। একপ পদ্ধতিকে ‘শেরার্ডাইজেশন’ (Sherardisation) বলা হয়। এই পদ্ধতিতে দস্তালিপ্ত বর্টু, ক্র, কস্তা ইত্যাদি তৈবী করা হয়।

প্রতি বছব পৃথিবীতে প্রায় দশ লক্ষ টন জিংক নিষ্কাশিত হয় এবং ইহাব অর্ধেকই ব্যবহার করা হয় দস্তালেপন বা গ্যালভেনাইজেশনেব শিল্প-পদ্ধতিব জগ্ন।

টিন-প্রলেপন (Tin plating) : জিংকেব পবিবর্তে লৌহাব পাত্রকে জলবায়ুব প্রকোপ হইতে বক্ষাব উদ্দেশ্যে টিন দ্বাবা প্রলেপ দেওয়া হইলে তাহাকে টিন প্লেটিং বলা হয়। এই পদ্ধতিতে লৌহার পাত্রকে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে ধুইয়া বিগালকরূপে মিশ্রিত অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডসহ গলিত টিন গাংহ (molten tin bath) ডুবাইয়া লৌহার গায়ে টিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। পরে চাপ দিয়া এই টিনের প্রলেপ লৌহাব উপরে সমঘন আস্তরণে পরিণত করা হয়। সাধারণত $\frac{1}{16}$ ইঞ্চি পুরু লৌহার পাত্রে $\frac{1}{16}$ ইঞ্চি পুরু টিনের আস্তরণ

দস্তালেপন এবং টিন-প্রলেপন পদ্ধতির তুলনা :

(Comparison between Galvanisation and Tin-plating)

দস্তা-লেপন

টিন-প্রলেপন

(i) জিংক দ্বারা লোহার উপরে প্রলেপ দেওয়া হয়।

(i) টিন দ্বারা লোহার উপরে প্রলেপ দেওয়া হয়।

(ii) জল-বায়ু প্রকোপবোধে অপেক্ষাকৃত কম কার্যকরী।

(ii) জলবায়ু প্রকোপরোধে অধিকতর কার্যকরী।

(iii) দস্তালেপন পুরু বলিয়া অধিক জিংক ব্যবহৃত হয়।

(iii) টিন লেপন পাতলা বলিয়া কম টিন ব্যবহৃত হয়।

(iv) জিংক লোহা চেয়ে উচ্চতর ইলেকট্রোপজিটিভ ধাতু বলিয়া দস্তা-লিপ্ত লৌহ পাত বা পাত্রে কোথাও ফাটল ধবিলে জলবায়ু প্রকোপে জিংক ববং লোহা চেয়ে তাড়াতাড়ি ক্ষয় হইয়া যায়।

(iv) টিন লোহা চেয়ে নিম্নতর ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতু বলিয়া টিনলিপ্ত পাত্রে কোথাও যদি ফাটল ধবে তবে জলবায়ুর প্রকোপে লোহা তাড়াতাড়ি মবিচা পড়িয়া ক্ষয় হইয়া যায়।

(v) দস্তাব মধ্যে স্বল্পমাত্রায় বিধক্রিয়া বর্তমান। তাই দস্তালিপ্ত পাত্র খাত্ত-দ্রব্য বাখাব জন্ত ব্যবহার কবা যায় না।

(v) টিনেব কোন বিধক্রিয়া নাই, তাই টিন-লিপ্ত পাত্রে খাত্তদ্রব্য বাখাব জন্ত ব্যবহার কবা যায়।

(vi) অপেক্ষাকৃত স্বল্প ব্যয়সাধ্য।

(vi) অপেক্ষাকৃত বেশি ব্যয়সাধ্য।

(vii) অপেক্ষাকৃত কম স্থায়ী।

(vii) তুলনায় বেশি স্থায়ী।

(Zinc dust) : ইহা জিংক এবং স্বল্প পরিমাণে জিংক অক্সাইডের মিশ্র পাউডার। জিংক তৈরী করার সময়ে প্রোলং ও হিমকারে জিংক ধাতু ও ইহার অক্সাইডের মিশ্রিত 'ধূলি' বা চূর্ণ পাওয়া যায়। গলিত জিংকের মধ্যে উচ্চচাপে বায়ু প্রবাহিত কবিন্মাও জিংক ধূলি ($Zn + ZnO$) তৈরী করা যায়।

জিংক-দানা (Zinc granule) : তবল জিংক ক্ষীণ ধারায় শীতল জলে ঢালিলে জিংকের দানা বা ধাতব কুচি তৈরী হয়। একপ দানাকে জিংক গ্রানুল বলা হয়।

এই জিংক ধূলি এবং জিংক দানা বিজারকরূপে ব্যবহৃত হয়।

জিংকের বিভিন্ন যৌগ

(i) অক্সাইড : প্রাকৃতিক জিংক আকরিক এবং সাদা জিংক অক্সাইড— ZnO , খেত দস্তা নামে রঙের কাজে ব্যবহার করা হয় ।

(ii) হাইড্রক্সাইড : সাদা জিংক হাইড্রক্সাইড— Zn(OH)_2 ;

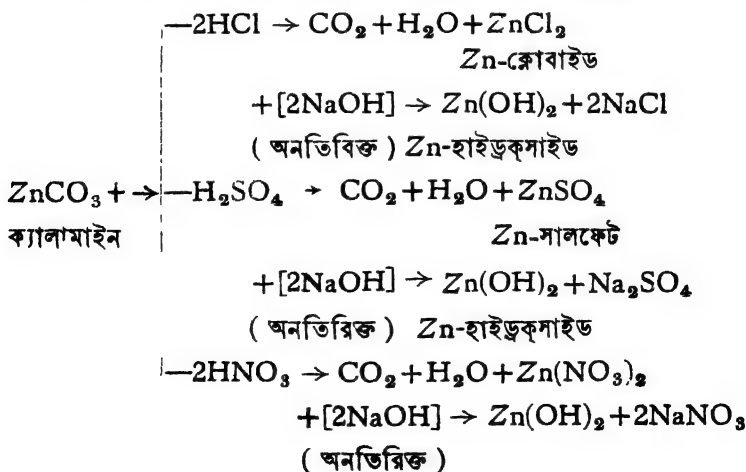
(iii) ক্লোরাইড : সোদক (hydrated) ও নিরুদক (dehydrated)—
জিংক ক্লোরাইড— $\text{ZnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 —এই নিরুদক ক্লোরাইড বিশেষকরূপে ব্যবহৃত হয় ।

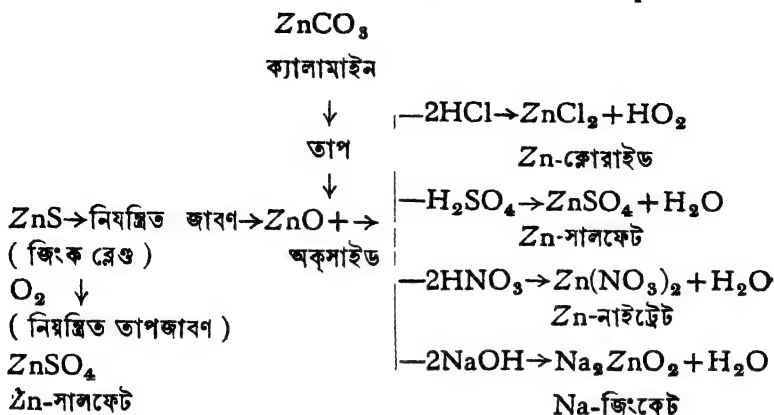
(iv) সালফেট : খেত ভিট্রিয়ল (white vitriol) বা জিংক সালফেট— $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ইহা জিংক সালফাইডকে জাবিত করিয়া অথবা সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জিংক কার্বনেটকে (ZnCO_3) বিকৃত করিয়া তৈরী করা যায় , বড় ও ঔষধের শিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয় ।

(v) নাইট্রেট : জিংক নাইট্রেট— $\text{Zn(NO}_3)_2$,

(vi) কার্বনেট : জিংক কার্বনেট বা ক্যালামাইন— ZnCO_3 .

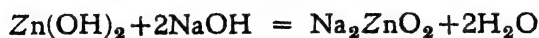
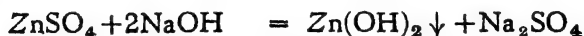
প্রাকৃতিক আকরিক হইতে বিভিন্ন যৌগের প্রস্তুতি



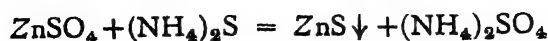


জিংক-সনাক্তকরণ (Test or Identification of zinc) : (i) সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে জিংকেব যে-কোন লবণ মিশ্রিত করিয়া চারকোল পিণ্ডের গহ্বরের মধ্যে বাখিয়া বুনসেন দীপের **প্রদীপ্ত** বিজারণ শিখায় (reducing flame) ফুঁনলের সাহায্যে উত্তপ্ত করিলে এক প্রকার অবশেষ পাওয়া যায়। উত্তপ্ত অবস্থায় ইহা দেখিতে হলুদ এবং শীতল অবস্থায় সাদা। ইহাব মধ্যে কয়েক ফোটা কোবল্ট নাইট্রেট ফেলিয়া **অদীপ্ত** শিখায় (oxidising flame) উত্তপ্ত করিলে সাদা অবশেষ **সবুজ বর্ণে** কপান্তবিত হয়।

(ii) জিংক লবণের যে-কোন দ্রবণে প্রথমে স্বল্প পরিমাণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) বা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) ঢালিলে সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু অতিরিক্ত NaOH ঢালিলে এই অধঃক্ষেপ দ্রবীভূত হইয়া যায়।



(iii) দ্রবণীয় জিংক লবণের সঙ্গে অ্যামোনিয়াম সালফাইড $[(\text{NH}_4)_2\text{S}]$ মিশ্রিত করিলে সাদা অধঃক্ষেপ পরে। ইহা ক্ষারে অদ্রবণীয় কিন্তু খনিজ অ্যাসিডে (HCl) দ্রবণীয়। সাদা অধঃক্ষেপ জিংক সালফাইড (ZnS)।



Questions to be discussed

1. What are the important ores of zinc? How would you extract Zinc from Zinc blende? Name three important alloys of Zinc. How would you identify Zinc?

2. What happens when—(i) Zinc is heated in air, (ii) Zinc kept in moisture, (iii) Zinc treated with pure sulphuric acid, (iv) Zinc treated with NaOH, (v) pure and then commercial zinc treated with concentrated H_2SO_4 separately, (vi) Zinc rod dipped into lead nitrate solution and (vii) Zinc carbonate strongly heated?

Explain these reaction and give equations:

3. Write notes on: White zinc, (ii) Brass; (iii) Galvanisation by zinc; (iv) Tin plating. What are the important alloys of zinc? How would you identify zinc by dry process?

4. What are the uses of Zinc? How would you prepare zinc sulphate and zinc nitrate from zinc blende? What are the action of air, water, and chloride on metallic zinc?

5. How is zinc prepared from zinc blende? State four of its chemical properties and name two of its alloys. What do you mean by galvanised iron? How is it obtained?

[H. S. (comp.) 1960]

6. Describe the chemical reactions which occur in the process of manufacture of Zinc from Zinc blende. State its chemical properties and two of its uses. Name two alloys of Zinc and mention what other metals they contain.

[H. S. 1961]

7. Write short notes on (a) Galvanising and Tin plating.

[H. S. 1962]

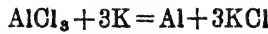
8. Describe chemical reactions which are involved in the extraction of Zinc from Zinc blende, and lead from galena.

9. What is Galvanisation? Why are iron sheets galvanised?

[H. S. (comp.) 1963]

প্রতীক চিহ্ন—Al, পারমাণবিক ওজন—29, ঘোজ্যতা—3

পরিচয় : পৃথিবীর উপরিভাগের সমস্ত পদার্থেব শতকরা 7 ভাগ অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা গঠিত। লোহাব পরিমাণ 4.1%, কিন্তু লোহা অপেক্ষা ভূপৃষ্ঠের বস্তু-রাশিতে অ্যালুমিনিয়ামের পরিমাণ বেশী হওয়া সত্ত্বেও অ্যালুমিনিয়ামের সন্ধান পাওয়া যায় মাত্র 1827 খ্রিষ্টাব্দে। বিজ্ঞানী উলার (Wohler) এই বৎসর অ্যালুমিনিয়াম আবিষ্কার করেন। অ্যালুমিনিয়ামের পবিচয় অজানা সত্ত্বেও অ্যালাম ও অ্যালুমিনা জাতীয় যৌগেব পরিচয় আগেও জানা ছিল। উলাব অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডকে পটাশিয়াম দ্বারা বিজারিত কবিত্তা সর্বপ্রথম অ্যালুমিনিয়াম তৈরী কবেন। যথা :



এরূপ বিক্রিয়ার অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদন বৈজ্ঞানিক মূল্য ছাড়া ব্যবহারিক কোন গুণকত্ব নাই।

1886 খ্রিষ্টাব্দে চার্লস মার্টিন হল (Hall) নামে আমেরিকার একটি ছাত্র সর্বপ্রথম বৃহদায়তন পছায অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। ক্লাসে বসিত্তা অধ্যাপকের মুখে হল একদিন শুনিয়াছিলেন যে অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদনের কোন বৃহদায়তন পছা তখনও আবিষ্কৃত হয় নাই। হল এই পছা আবিষ্কারের সংকল্প গ্রহণ কবেন। প্রায় ছয় মাস অক্লান্ত পরিশ্রম কবিত্তা একদিন উত্তেজিতভাবে ক্লাসে ঢুকিত্তা হল রসায়নের অধ্যাপককে জানান, “সার, আমি অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদনে সক্ষম হবোছি।” গলিত অ্যালুমিনার (Al_2O_3) মধ্যে ভড়িৎ-প্রবাহ চালাইয়া হল অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদনের নতুন পদ্ধতি আবিষ্কারে সক্ষম হন। ইহার কয়েক মাস পরে করাসী দেশে হেরৌ

(Heroult) নামে এক বিজ্ঞানীও একই পদ্ধতি, কিন্তু স্বাধীনভাবে অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদনের এই তড়িৎবিশ্লেষণ পদ্ধতিটিকে আবিষ্কার করেন।

বর্তমানে হল বা হেরোল্ট এই তড়িৎবিশ্লেষণ পদ্ধতি অস্থায়ী অ্যালুমিনিয়াম উৎপাদন করা হয়। কিন্তু হল বা হেরোল্ট কেহই অ্যালুমিনিয়ামের মূল ভান্ডার হইতে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের উপায় উদ্ভাবন করিতে পারেন নাই। সাধারণ যুক্তিকার এক প্রধান উপাদান অ্যালুমিনিয়াম। কিন্তু যুক্তিকা হইতে অর্থনৈতিক উপায়ে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের উপায় এখনও অজ্ঞাত।

প্রাকৃতিক আকরিক (Natural ores) : অ্যালুমিনিয়াম মৌল ধাতুরূপে প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। ইহাব প্রধান যৌগসমূহ :

(i) **অক্সাইড :** রুবী, এমাবী, গ্রাফায়ার ইত্যাদি বিভিন্ন রত্নপাথক এবং অ্যালুমিনা— Al_2O_3 ;

(ii) **হাইড্রেটেড অক্সাইড :** বক্সাইট (Bauxite)— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
জিবসাইট (Gibbsite)— $\text{Al}_3\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,
ডায়াস্পোর (Diaspore)— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,

(iii) **সিলিকেট :** চিনা মাটি (China caly) , কেওলীন (Keolin)
ও ফেলস্পার (Felsper) নামের অ্যালুমিনিয়াম, পটাসিয়াম ও সিলিকেন (Si) যৌগ সমূহ। $[\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2, 2\text{H}_2\text{O} ; \text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2]$,

(iv) **ফ্লুরাইড :** ক্রায়োলাইট (Cryolite)— $\text{AlF}_3, 3\text{NaF}$,

(v) **সালফেট :** অ্যালুনাইট (Alunite)— $\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 4\text{Al}(\text{OH})_3$ এবং আরও অগাণু যৌগ।

তড়িৎবিশ্লেষণ পদ্ধতিতে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন
(Extraction of Aluminium by Electrolytic process)

অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশিত করা হয় প্রাকৃতিক বক্সাইট ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) আকরিক হইতে। অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন তিন পর্যায়ে সম্পন্ন করা হয়। যথা :

1. বক্সাইট হইতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা (Al_2O_3) প্রস্তুতি (preparation of pure alumina) ,

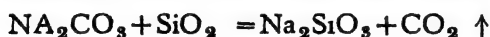
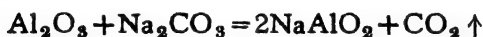
2. অ্যালুমিনার তড়িৎবিশ্লেষণে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন (Extraction of aluminium by electrolysis of alumina) ; এবং

3. অ্যালুমিনিয়ামের পরিশোধন (Refining of aluminium) ।

1. অ্যালুমিনা প্রস্তুতি (Preparation of Alumina)

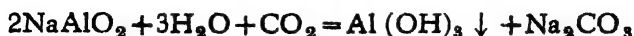
1. বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা প্রস্তুতি (Preparation of pure Alumina) : বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা তৈরী করা হয় বক্সাইট আকবিক হইতে। বক্সাইটে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনার সঙ্গে ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3), বালু (SiO_2) এবং টাইটেনিয়াম অক্সাইড (TiO_2) জাতীয় এবং অজ্ঞাত ময়লা থাকে। নিষ্কাশিত অ্যালুমিনিয়ামে বালু বা সিলিকা থাকিলে খাতুব মধ্যে ভঙ্গুরতা দেখা দেয় এবং লোহা থাকিলে অ্যালুমিনিয়ামের গায়ে মরিচা পড়ে। তাই অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনের আগে সর্বপ্রথমে বক্সাইট হইতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা প্রস্তুত করা হয়। ইহা করা হয় কয়েকটি পদ্ধতিতে :

(1) শুষ্ক বা বিগলন পদ্ধতি (Dry or fusion process) : (ক) প্রথমে বিচূর্ণ বক্সাইটের সঙ্গে সোডিয়াম কার্বনেট এবং স্বল্প পরিমাণে ক্যালসিয়াম অক্সাইড মিশ্রিত করিয়া উচ্চতাপাংকে উত্তপ্ত করা হয়। এই বিক্রিয়ায় সোডিয়াম অ্যালুমিনেট ($NaAlO_2$) এবং সোডিয়াম সিলিকেট (Na_2SiO_3) তৈরী হয় কিন্তু ফেরিক অক্সাইড অবিকৃত থাকে। যথা :



(খ) উৎপন্ন মিশ্রণ জলে দ্রবীভূত করিলে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট এবং সিলিকেট জলে দ্রবীভূত হইয়া যায়। ইহা ফিলটার করার পরে অবশেষরূপে পড়িয়া থাকে ফেরিক অক্সাইড।

(গ) পরিশুদ্ধ দ্রবণেব মধ্যে $50^\circ C - 60^\circ C$ তাপাংকে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস চালনা করিলে শুধু মাত্র অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয় কিন্তু সোডিয়াম সিলিকেট অবিকৃত থাকে।

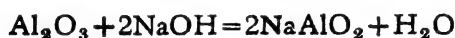


(৬) অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড পরিশুদ্ধ করিয়া 1200°C তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা পাওয়া যায়। যথা :

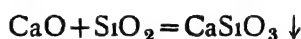


(ii) সিলিকা বা বায়ার পদ্ধতি (Wet or Bayer Process)

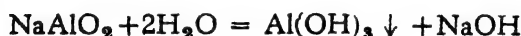
(ক) প্রথমে বিচূর্ণ বকসাইট উচ্চতাপে জারিত করা হয় এবং ফেরাস অক্সাইডকে (FeO) ফেরিক অক্সাইডে (Fe_2O_3) পরিণত করা হয় এবং 45% কঠিক সোডা-দ্রবণের সঙ্গে 150°C তাপাংকে এবং 80 পাউণ্ড চাপে এই তাপ-জারিত মিশ্র আকবিকের বিক্রিয়া ঘটান হয়। এই বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড সোডিয়াম অ্যালুমিনেটরূপে দ্রবীভূত হইয়া যায় কিন্তু অগ্নাত পদার্থ অবিকৃত থাকে। যথা :



(খ) বকসাইটে অতিবিশুদ্ধ সিলিকা থাকিলে কঠিক সোডার সঙ্গে বিক্রিয়ার সময়ে লাইম বা চুন ব্যবহার করা হয়। ইহার ফলে সিলিকা অদ্রবণীয় সিলিকেটরূপে দ্রবণের নিচে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং দ্রবণে থাকে শুধু সোডিয়াম অ্যালুমিনেট। যথা :



(গ) দ্রবণে জল মিশাইয়া ইহা পবিশুদ্ধ করা হয় এবং $25^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$ তাপাংকে কয়েক ঘণ্টা বাষ্পিয়া এই দ্রবণ আলোড়িত করা হয়। এরূপ ক্রিয়ায় আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে প্রায় 70 % অ্যালুমিনেট অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড-রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :

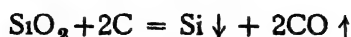
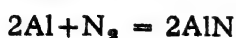
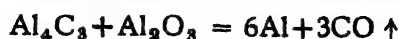


(ঘ) এই অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড উচ্চ তাপাংকে (1200°C) উত্তপ্ত করিয়া অ্যালুমিনা তৈরী করা হয়। যথা :



(iii) সারপেক পদ্ধতি (Serpek process) :

বকসাইটে খুব বেশি মাত্রায় সিলিকা থাকিলে ইহা চূর্ণ করিয়া চারকোল বা কোক চূর্ণের সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া নাইট্রোজেনের পরিমণ্ডলে বৈদ্যুতিক চুল্লীতে 1800°C তাপাংকে উত্তপ্ত করা হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড গঠিত হয়। যথা :



এই অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড মিশ্রিত অবশেষ কৃত্তিক সোডা দ্রবণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া উৎপন্ন হবে এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :



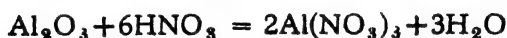
এই অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড উচ্চ তাপাংকে উত্তপ্ত করিয়া অ্যালুমিনা তৈরী করা হয়। যথা :



এই পদ্ধতি ব্যয়সাপেক্ষ বলিয়া বর্তমানে বিশেষ প্রচলিত নয়।

(iv) আধুনিক পদ্ধতি

আধুনিক পদ্ধতি অনুযায়ী 20-36% অ্যালুমিনিয়াম যুক্ত ক্লে-মাটি (clay) অটোক্লেভের মধ্যে উচ্চ তাপাংকে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা বিক্রিয়ান্বিত করা হয়। একপ বিক্রিয়ায় বক্সাইটে প্রাপ্ত লোহা, সিলিকা, টাইটেনিয়াম ইত্যাদি অবিকৃত থাকে কিন্তু অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট লবণ গঠন করে। বিক্রিয়ার পরে মিশ্রণ জলে দ্রবীভূত ও পরিস্ফুট করিয়া অ্যালুমিনিয়াম দ্রবণ পৃথক করা হয়। পরিস্ফুট এই অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট দ্রবণ ঘন ও উত্তপ্ত (1200°C) করিয়া অ্যালুমিনা তৈরী করা হয়। যথা :

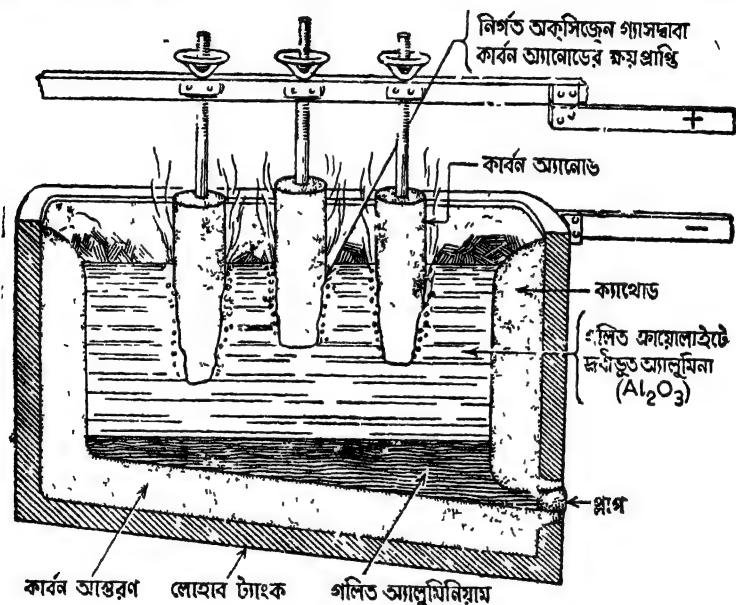


2. অ্যালুমিনার তড়িদ্বিচ্ছেদন (Electrolysis of Alumina)

(1) অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশনে ব্যবহৃত তড়িদ্বিচ্ছেদনপাত্র লোহাদ্বারা তৈরী এবং ভিতরের দিকে এই পাত্রটি পুরু কার্বন স্তরে প্রলেপ দেওয়া থাকে। এই কার্বন স্তর ক্যাথোডের কাজ করে এবং অ্যানোডরূপে পাত্রের মাঝখানে স্থান থাকে গ্র্যাফাইট-নির্মিত কয়েকটি কার্বন-দণ্ড।

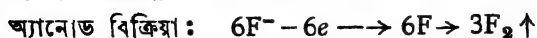
(ii) ইলেকট্রোলাইটরূপে ব্যবহার করা হয় 20% অ্যালুমিনা (Al_2O_3) ও 60% ক্রায়োলাইট ($AlF_3, 3NaF$) এবং তার সঙ্গে মিশ্রিত করা হয় 20% ক্লোরস্পার (CaF_2)। অ্যালুমিনার গলনাংক প্রায় $2000^\circ C$ । কিন্তু ইহাব সঙ্গে ক্রায়োলাইট ও ক্লোরস্পার মিশ্রণের ফলে সমগ্র মিশ্রণ $800^\circ C - 900^\circ C$ তাপাংকে বিগলিত হয়।

(iii) তড়িদ্বিচ্ছেদনের ফলে ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম সঞ্চিত হয়। কিন্তু অ্যানোডে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন হয় অক্সিজেন। এরূপ



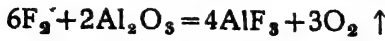
অ্যালুমিনার তড়িদ্বিচ্ছেদনে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন

বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনার সরাসরি তড়িদ্বিচ্ছেদন ঘটে না। ইহা ঘটে আরেকটি মধ্যবর্তী বিক্রিয়ার মাধ্যমে। প্রথম পর্ষায়ে ক্রায়োলাইটের তড়িদ্বিচ্ছেদন ঘটে। যথা :



ক্যাথোডের সন্নিগটে অ্যালুমিনিয়াম আয়ন (Al^{+++}) এবং সোডিয়াম (Na^+) আয়ন থাকা সত্ত্বেও অ্যালুমিনিয়ামের ক্ষয়-প্রবণতা (discharge potential) কম বলিয়া ক্যাথোডে শুধু অ্যালুমিনিয়াম সঞ্চিত হয়।

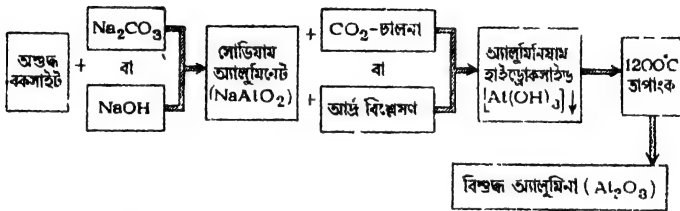
পক্ষান্তবে আনোডে অতি সক্রিয় ক্লোরিন উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে অ্যালুমিনার সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও অক্সিজেন গঠন করে। যথা :



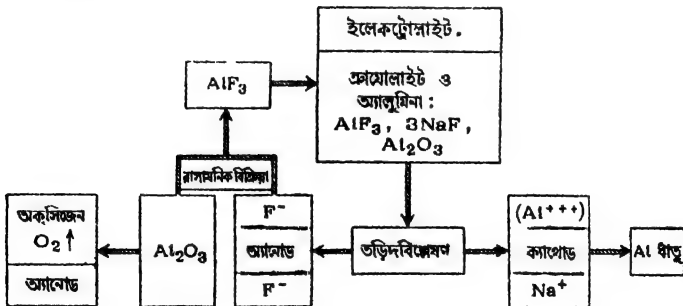
এই অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন হওয়ার পরে তড়িৎবিয়োজিত হইয়া আবার অ্যালুমিনিয়াম ও ক্লোরিন আয়ন গঠন করে।

নিষ্কাশন পদ্ধতির চার্ট

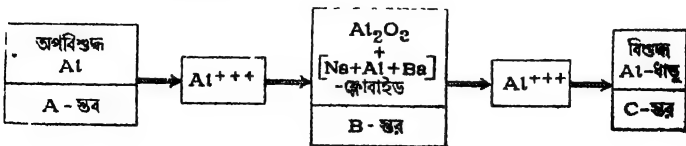
1. বিশুদ্ধ অ্যালুমিনা প্রস্তুতি :



2. তড়িৎবিয়োজন :



3. অ্যালুমিনিয়াম পরিশোধন :



সুতরাং দেখা যায় অ্যালুমিনা (Al_2O_3) সরাসরি তড়িৎ-বিশ্লেষিত না হইয়া প্রথমে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (AlF_3) গঠন করে। এই অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎবিশ্লেষণে ক্যাথোডে পাওয়া যায় অ্যালুমিনিয়াম এবং অ্যানোডে উৎপন্ন ক্লোরিনের সঙ্গে অ্যালুমিনার বাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে অ্যানোডে পাওয়া যায় অক্সিজেন।

(v) অ্যানোডে যে অক্সিজেন উৎপন্ন হয় তাহা গ্র্যাফাইট দণ্ডকে জারিত কবিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে এবং তাহার ফলে অ্যানোড ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। যথা :



(vi) তড়িৎবিশ্লেষণের ফলে নিষ্কাশিত ধাতব অ্যালুমিনিয়াম পাত্রে তলায় পড়িয়া যায় এবং তাহা পাত্রের তলায় অবস্থিত নালার মাধ্যমে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

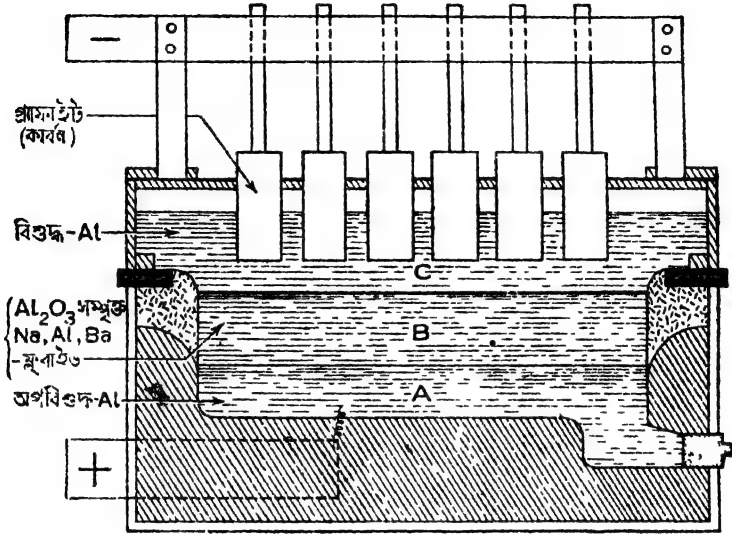
✓(vii) তড়িৎবিশ্লেষণ চলিবার পরে পাত্রে অ্যালুমিনার পরিমাণ কমিয়া গেলে মিশ্রণেব তড়িৎ-পরিবহণ ক্ষমতা হ্রাস পায় এবং বিশ্লেষণ-পাত্রেব সঙ্গে সংযুক্ত একটি বাল্‌বের উজ্জল আলো সেই সংকেত জানাইয়া দেয়। তখন বিশ্লেষণ-পাত্রে পুনরায় অ্যালুমিনা যোগ করা হয় এবং এই ভাবে ক্রায়োলাইটের পরিমাণ অপরিবর্তিত রাখা হয়। তড়িৎবিশ্লেষণেব সময় উত্তাপ $800^\circ - 900^\circ C$ তাপাংকের মধ্যে অপরিবর্তিত রাখা হয়।

3. অ্যালুমিনিয়াম পরিশোধন (Refining or purification) :

তড়িৎবিশ্লেষণ পদ্ধতিতে নিষ্কাশিত অ্যালুমিনিয়াম প্রায় 99% বিশুদ্ধ। ইহার মধ্যে প্রধানত আয়রন, সিলিকা ও কপার মল বা ময়লা রূপে মিশ্রিত থাকে। বিজ্ঞানী হুপ্‌সের আধুনিক পদ্ধতি (Hoop's process) অনুসরণ কবিয়া 99.98% বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম তৈরী করা যায়।

তড়িৎবিশ্লেষণে প্রাপ্ত অ্যালুমিনিয়ামকে একটি বৈদ্যুতিক সেলে পুনরায় তড়িৎবিশ্লেষিত করা হয়। এই বিশ্লেষণ পাত্রের নিচের স্তরে (A) থাকে কপার, আয়রন ও সিলিকা মিশ্রিত অশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম। এই অশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর অ্যানোডের কাজ করে। অশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামেব উপরের স্তরে থাকে বিগলিত সোডিয়াম, বেরিয়াম ও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্র-লবণ। এই মিশ্র-লবণের মধ্যে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড সম্পৃক্ত থাকে।

ইহা দ্বিতীয় স্তর (B); এই মাঝের স্তরের মিশ্র ফ্লোরাইড-লবণের উপরে তৃতীয় স্তরে (C) থাকে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর। এই বিশুদ্ধ



অ্যালুমিনিয়াম পরিশোধন পদ্ধতি

অ্যালুমিনিয়ামের স্তরে কয়েকটি গ্রাফাইট দণ্ড ঝুলানো থাকে। বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর ক্যাথোডের কাজ করে।

অপরিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের তড়িৎবিশ্লেষণের সময় মাঝের স্তর হইতে অ্যালুমিনিয়াম বিশ্লেষিত হইয়া বিশুদ্ধ ধাতুরূপে উপরের ক্যাথোড-স্তরে (C) জমা হয়। যে-পরিমাণে অ্যালুমিনিয়াম মাঝের স্তর (B) হইতে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামরূপে বিশ্লেষিত হয় ঠিক সেই পরিমাণে অ্যালুমিনিয়াম নিচের অ্যানোড-স্তর (A) হইতে আয়নরূপে বিচ্ছিন্ন হইয়া দ্বিতীয় স্তরের (B) দ্রবণে মিশ্রিত হয়। এক্ষণে তড়িৎবিশ্লেষণে আয়রন, সিলিকা, কপাচ ইত্যাদি পাত্রের নিচে পড়িয়া থাকে এবং সর্বোচ্চ স্তরে সঞ্চিত হয় বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম। এই বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম দণ্ডাকারে সংগ্রহ করা হয়।

A	B	C
অপরিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর	ফ্লোরাইড মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের স্তর	বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়ামের স্তর

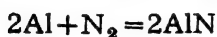
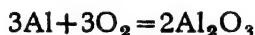
A—স্তরে অ্যানোড বিক্রিয়া : $Al - 3e \rightarrow Al^{+++}$ (B—স্তরে ইহা ব সঞ্চয়ন)

C—স্তরে ক্যাথোড বিক্রিয়া : $Al^{+++} + 3e \rightarrow Al$ (পরিশুদ্ধ ধাতুর প্রাপ্তি)

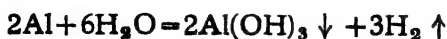
অ্যালুমিনিয়ামের ধর্ম (Properties of Aluminium)

ভৌত ধর্ম (Physical Properties) : (i) অ্যালুমিনিয়াম নীলাভ রূপালী বর্ণের উজ্জ্বল ধাতু। (ii) অ্যালুমিনিয়াম নমনীয় ও প্রসাবশীল। তাই, ইহা ঢালাই করা যায় এবং ইহার তাব ও পাত তৈরী করা যায়। 500°C তাপাংকের কাছাকাছিতে অ্যালুমিনিয়াম ভঙ্গুর এবং একরূপ তাপাংকে ধাতব অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ করিয়া অ্যালুমিনিয়াম পাউডার তৈরী করা যায়। 658°C তাপাংকে ইহা বিগলিত হয়। (iii) অ্যালুমিনিয়াম বিশেষভাবে পজেটিভ ধর্মী এবং তাপ ও তড়িৎ-পরিবাহী। (iv) অ্যালুমিনিয়ামের ঘনত্ব 2.7, ইহা লোহা ও তামার চেয়ে প্রায় এক-তৃতীয়াংশ হালকা। (v) অ্যালুমিনিয়াম ধাতু-সংকব তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

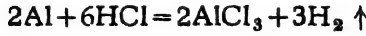
রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : (1) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : অ্যালুমিনিয়ামের উপরে বিস্তৃত বায়ুর কোন বিক্রিয়া নাই। আর্দ্র বায়ুতে অ্যালুমিনিয়ামের গায়ে পাতলা অক্সাইডের একপ্রকাব পর্দা পড়ে। এই পর্দা বায়ুর অতিরিক্ত বিক্রিয়া হইতে অ্যালুমিনিয়ামকে রক্ষা করে। আর্দ্র বায়ুতে রাখিলে অ্যালুমিনিয়াম দেখিতে অন্তর্জ্বল হইয়া যায়। বায়ুতে দগ্ধ করিলে অ্যালুমিনিয়াম পাত উজ্জ্বল দীপিতে জলিয়া উঠে এবং একরূপ বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3) তৈরী হয়। আংশিক নাইট্রাইডও গঠিত হয়। বায়ুর সংস্পর্শে পিণ্ডাকাবে জারণের জন্য অ্যালুমিনিয়ামকে খেত তপ্ত করা প্রয়োজন। যথা :



(ii) জলের ক্রিয়া (Action of water) : অ্যালুমিনিয়ামের উপরে শীতল জলের কোন বিক্রিয়া ঘটে না। ইহার উপরে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড বা অক্সাইডের $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ বা Al_2O_3 একটি পাতলা পর্দা পড়ে এবং ইহার ফলে জলের বিক্রিয়া হইতে অ্যালুমিনিয়াম রক্ষা পায়। ফুটন্ত জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :



(iii) অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) : লঘু, ঘন, তপ্ত বা শীতল সকল রকম অবস্থায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অ্যালুমিনিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটিয়া এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যথা :



লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড বিক্রিয়াহীন কিন্তু ঘন ও তপ্ত অ্যাসিড অ্যালুমিনিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়ায় সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। যথা :

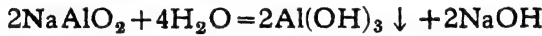


সকল রকম অবস্থায় অ্যালুমিনিয়ামের উপরে নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া এত ধীরে ধীরে ঘটে যে কার্যকারিতার দিক হইতে ইহা অ্যালুমিনিয়ামের উপরে বিক্রিয়াহীন।

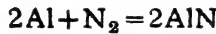
(iv) ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali) : অ্যালুমিনিয়াম জিংকেব ত্রায় ক্ষার ও অ্যাসিড উভয়ের সঙ্গেই বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। ইহা ক্ষাবেব সঙ্গে বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনেট নামে একপ্রকার যৌগ গঠন করে। যথা :



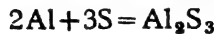
এই সোডিয়াম অ্যালুমিনেটকে (NaAlO_2) অতিবিক্ত জলে দ্রবীভূত করিলে আর্দ্র বিশ্লেষণেব ফলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অবশিষ্ট হয়। যথা :



(v) নাইট্রোজেন, সালফার ও ক্লোরিনের ক্রিয়া (Action of non-metals) : উত্তপ্ত অ্যালুমিনিয়াম ও নাইট্রোজেনের বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রাইড তৈরী হয়। যথা :



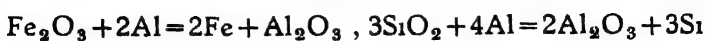
ইহা ক্লোরিনেব সঙ্গে উত্তপ্ত করিলে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড যৌগ গঠিত হয়। যথা :



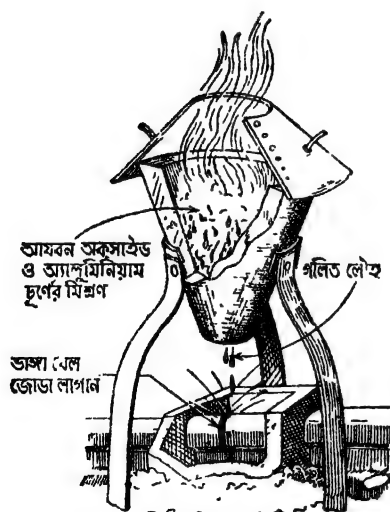
থার্মিট পদ্ধতি (Thermit Process)

(vi) অ্যালুমিনিয়ামের বিজারণ-ক্ষমতা (Reducing property) : অ্যালুমিনিয়াম একটি উচ্চ-পর্যায়ের পজেটিভ-ধর্মী ধাতু। তাই, অ্যালুমিনিয়াম নিম্ন-পর্যায়ের পজেটিভ-ধর্মী ধাতুর অক্সাইডকে উচ্চতাপে বিজারিত করিয়া

ধাতুরূপে অথবা অন্য কোন অধাতুর অক্সাইডকে মৌল অবস্থায় পরিণত করিতে পারে। অ্যালুমিনিয়ামের একরূপ বিজারণ-বিক্রিয়াকে আবিষ্কারকের নাম অনুযায়ী থারমিট পদ্ধতি বলা হয়। বিক্রিয়া :



অ্যালুমিনিয়ামের একরূপ প্রবল বিজারণ-ক্ষমতাকে ব্যবহার করিয়া প্রথম মহাযুদ্ধের সময় জার্মান বিজ্ঞানী গোল্ডস্মিথ থারমিট বোমা তৈরী করেন। অ্যালুমিনিয়াম ও লোহা অক্সাইডের বিক্রিয়ায় প্রবল তাপ সৃষ্টি হয়। এই তাপে লোহার অক্সাইড হইতে যে-লোহা নিষ্কাশিত হয় তাহা বিগলিত হইয়া যায়। এই বিগলিত লোহার দ্বারা লোহার ভাঙ্গা যন্ত্রপাতি বা ফাটল জোড়া লাগানো যায়। ক্রোমিয়াম ও ম্যাঙ্গানিজের অক্সাইডের (Cr_2O_3 , MnO_2) সঙ্গে অ্যালুমিনিয়ামের বিক্রিয়া ঘটাইয়া ক্রোমিয়াম বা ম্যাঙ্গানিজ ধাতু নিষ্কাশিত করা যায়।



থারমিট পদ্ধতির প্রয়োগ

ম্যাগনেসিয়ামের কিতা। এই ম্যাগনেসিয়ামের কিতাটি গলিতাব (fuse) কাজ করে।

লোহা যন্ত্রপাতির যে ভাঙ্গা স্থানটি জোড়া দেওয়া প্রয়োজন তার উপরে বসানো হয় থারমিটপূর্ণ মূছিটি। ম্যাগনেসিয়াম কিতাব গায়ে আগুন ধরাইয়া

পদ্ধতি : থারমিট পদ্ধতিতে

এক ভাগ অ্যালুমিনিয়ামের সঙ্গে তিনভাগ আয়রন অক্সাইড (Fe_2O_3) চূর্ণ মিশ্রিত করা হয়। এই মিশ্রণ রাখা হয় একটি অগ্নিসহ্য যন্ত্রিকায় তৈরী বড় মূছিতে (fire clay crucible)। মূছিটের তলায় নলাকারে একটি ছিদ্র করা থাকে। অ্যালুমিনিয়াম ও ফেরিক অক্সাইড ($\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) মিশ্রণের উপরে রাখা হয় স্বল্প পটাসিয়াম ক্লোরেট (KClO_3), ইহার উপরে স্থাপন করা হয় একটি

দিলে সেই আশুন পটাসিয়াম ক্লোরেটকে বিক্ষোবিত কবে এবং ইহার ফলে ষে-তাপ সৃষ্টি হয় সেই তাপে অ্যালুমিনিয়াম ও অক্সাইডের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে। এই বিক্রিয়ায় প্রায় 2500°C তাপ সৃষ্টি হয়। এই তাপে অ্যালুমিনিয়াম লোহার অক্সাইড (Fe_2O_3) বিজারিত করিয়া ষে-লোহা নিকাশিত কবে তাহা বিগলিত হইয়া যায়। এই বিগলিত লোহা মুছির নালা পথে নির্গত হইয়া লোহার ফাটলে জোড়া লাগায়।

ট্রাম লাইন, বেল লাইন, বড় বড় কল ইত্যাদির জায় ষে-সমস্ত ভাবী বস্তু বা যন্ত্রপাতি স্থানান্তরিত করা সম্ভব হয় না খাবমিট পদ্ধতিতে সেরূপ যন্ত্রপাতিব ফাটল জোড়া দেওয়া হয়।

অ্যালুমিনিয়ামের ব্যবহার : অ্যালুমিনিয়াম জলবায়ুর আক্রমণ প্রতিরোধ কবিতে পাবে এবং ওজনেও অ্যালুমিনিয়াম লোহা ও তামা অপেক্ষা প্রায় এক-তৃতীয়াংশ হালকা। অ্যালুমিনিয়াম ধাতুব তাপ ও বিদ্যুৎ-পরিবহন ক্ষমতাও উত্তম। তাই ধাতুরূপে অ্যালুমিনিয়াম ক্রমশ লোহা ও তামার স্থান দখল কবিতেছে। বর্তমানে প্রতি বৎসব প্রায় 300,000 টন অ্যালুমিনিয়াম তৈরী হয়। ইহা বিধাক্ত নয়। তাই, (i) গৃহকর্মের বাসনপত্র এবং বিভিন্ন যন্ত্রের নল, টিউব ইত্যাদি এখন ক্রমশ অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা তৈরী হইতেছে। (ii) বৈদ্যুতিক তাব এবং বৈদ্যুতিক যন্ত্রেও প্রচুর পরিমাণে ইহা ব্যবহৃত হয়। (vi) ইহা ব্যতীত খাবমিট পদ্ধতির প্রয়োগের জন্ত, ক্রোমিয়াম ও ম্যাঙ্গানীজ নিকাশনে, (iv) বিভিন্ন যন্ত্রের অংশ তৈরী করার জন্ত, (v) বিমান ও মোটরের কাঠামো এবং যন্ত্রপাতি তৈরী করার জন্ত, (vi) রূপালী প্যাংকিং কাগজ প্রস্তুত করার জন্ত, (vii) পেইন্ট হিসাবে, (viii) বাজী তৈরী করার প্রয়োজনে এবং এরূপ বিভিন্ন কাজে অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহার করা হয়।

অ্যালুমিনিয়ামের ধাতু-সংকর (alloy) : অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান ধাতু সংকর ম্যাগনেসিয়াম, ডুবালুমিন এবং অ্যালুমিনিয়াম ব্রোঞ্জ।

ধাতু সংকরের নাম	ধাতুর অনুপাত	ব্যবহার
1. ম্যাগনেসিয়াম	Al : Mg : 95 : 5	তুল্যদণ্ড, যন্ত্রের অংশ, বিমান ও মোটরের যন্ত্রপাতি।
2. ডুবালুমিন	Al : Cu : Mg : Mn	
	95 : 4 : 0.5 : 0.5	

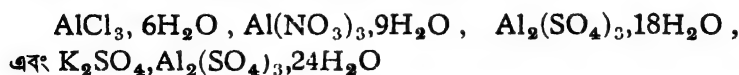
ধাতু সংকরের নাম	ধাতুর অনুপাত	ব্যবহার
3. অ্যালুমিনিয়াম ব্রোম	Al : Cu : 10 : 90	দেখিতে সোনার মত ; মুদ্রা, বাসন পত্র, ফটোর ফ্রেম ইত্যাদি।
4. অ্যালনিকো	ইস্পাত : Al : Ni : Co 50 : 20 : 20 : 10	চুষক

অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান যৌগসমূহ

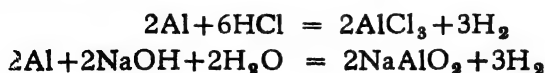
1. অক্সাইড : অ্যালুমিনিয়ামের প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা (Al_2O_3) ,
2. হাইড্রক্সাইড : হাইড্রক্সাইড— $Al(OH)_3$, অ্যালুমিনিয়ামের যে কোন দ্রবণীয় লবণের সঙ্গে ক্ষাবেব বিক্রিয়ায় অদ্রবণীয় সাদা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড তৈরী করা যায়।
যথা : $AlCl_3 + 3NaOH = Al(OH)_3 + 3NaCl$,
3. ক্লোরাইড : অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড— $AlCl_3$, $6H_2O$.
4. সালফেট : অ্যালুমিনিয়াম সালফেট— $Al_2(SO_4)_3$, $18H_2O$,
5. নাইট্রেট : অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট $Al(NO_3)_3$, $9H_2O$,
নাইট্রিক অ্যাসিডে হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত করিয়া
জলে দ্রবণীয় উদ্ভাস্য নাইট্রেট তৈরী করা যায়। যথা :
 $Al(OH)_3 + 3HNO_3 = Al(NO_3)_3 + 3H_2O$

অ্যালুমিনিয়ামের বৈশিষ্ট্য

1. অ্যালুমিনিয়াম যৌগে ক্ষটিক-জলের পরিমাণ খুব বেশি। ক্লোরাইডে 6, নাইট্রেটে 9 এবং সালফেটে 18টি জলের অণু বর্তমান। যথা :



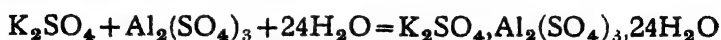
2. অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিড ও ক্ষাব উভয়েব সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন কবিত্তে পারে। যথা :



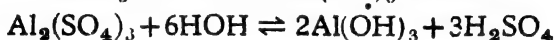
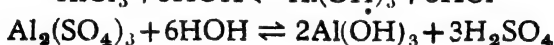
3. অ্যালুমিনিয়াম মিশ্র ও জটিল যৌগ গঠনে দক্ষ। ফটকিরি একরূপ একটি যৌগ। যথা : $K_2SO_4, Al_2(SO_4)_3, 24H_2O$, এবং অন্ত অ্যালাম

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}$, একত্রে অ্যালুমিনিয়াম বাতীত ক্লোরাইড $(\text{AlF}_3, 3\text{NaF})$ এবং সিলিকেটের সঙ্গে অ্যালুমিনিয়াম অনেক জটিল যৌগ গঠন করে যাব স্থূল বা প্রয়োজিক ক্ষয়ল K_2O , Al_2O_3 , 6SiO_2 (ফেলস্পার) এবং $\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{SiO}_2, 2\text{H}_2\text{O}$ (চিনামাটি)।

অ্যালুমিনিয়াম সালফেট ও অ্যামোনিয়াম সালফেট দ্রবণ বা পটাসিয়াম সালফেট দ্রবণ একত্র করিয়া ফটিক তৈরী করিলে পটাসিয়াম-অ্যালুমিনিয়ামের মিশ্র লবণ তৈরী করা যায়। যথা :



4. অ্যালুমিনিয়ামেব লবণ জলীয় দ্রবণে আর্দ্র-বিশ্লেষিত (hydrolysed) হইয়া যায়। তাই, অ্যালুমিনিয়াম লবণের দ্রবণে অ্যাসিডের লক্ষণ প্রকাশ পায়। যথা :



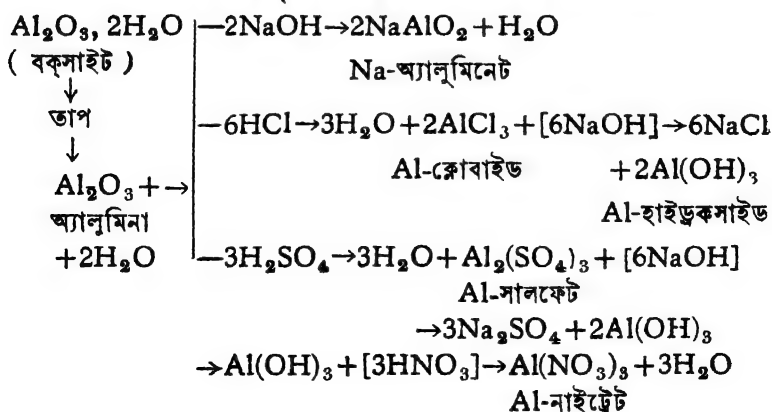
5. অক্সাইড (Al_2O_3) ও হাইড্রক্সাইড $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ বাতীত অ্যালুমিনিয়ামেব অন্ত্যাত্ম যৌগগুলি দ্রবণীয়।

6. তড়িৎ-রাসায়নিক তালিকায় অ্যালুমিনিয়ামের স্থান উচ্চে বলিয়া ইহা লোহা, ম্যাঙ্গানীজ, ক্রোমিয়াম যৌগ হইতে এই সমস্ত ধাতু প্রতিস্থাপিত কবিত্তে পাবে। তাই, ইহা বিজারকরূপেও ব্যবহার করা হয়।

7. অ্যালুমিনিয়ামের কোন কার্বনেট যৌগ নাই।

8. অ্যালুমিনিয়ামের ধাতু-সংকর বিমান ও হালকা যানবাহন তৈরী করার জন্ত ব্যবহার করা হয়।

আকরিক অ্যালুমিনিয়াম হইতে অন্ত্যাত্ম যৌগ গঠন



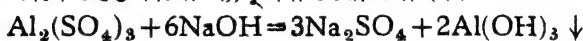
অ্যালুমিনিয়ামের কয়েকটি যৌগ

1. অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা (Alumina or Al_2O_3): অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড রুবি, স্মাফায়ার এবং চুনী, পামা, নীলা, পোথরাজ ইত্যাদি রত্নপাথররূপে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। কোরাণ্ডাম নামে স্বচ্ছ ও অস্বচ্ছ যে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায় তাহা হীবাব পরেই দ্বিতীয় কঠিনতম পদার্থ। অ্যালুমিনিয়ামের অক্সাইডকে বলা হয় অ্যালুমিনা। অ্যালুমিনার সঙ্গে ক্রোমিয়াম, টাইটেনিয়াম ধাতুর অক্সাইড মিশাইয়া 2000°C তাপাংকে অক্সি-হাইড্রোজেন শিখার সাহায্যে উত্তপ্ত করিয়া কৃত্রিম রত্নপাথর তৈরী করা যায়। একপ কৃত্রিম রত্নপাথর গঠনে ও গুণে প্রাকৃতিক রত্নপাথর নীলা, চুনী, পামা, আমারী, স্মাফায়ার ইত্যাদি গ্নায় প্রায় একই রকম।

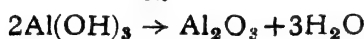
অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা তৈরী করা যায় (অ্যালুমিনা প্রস্তুতি দেখ।)। যথা :



অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড, সালফেট বা নাইট্রেট লবণের সঙ্গে অনতিরিক্ত ক্ষার দ্রবণ মিশ্রিত করিয়া অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত করা হয়। ইহা উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করিয়া অ্যালুমিনা তৈরী করা হয়।



উচ্চ

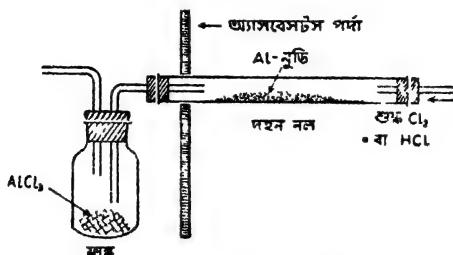


তাপ

80°C তাপাংকে অ্যালুমিনার গঠন— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ এবং 220°C তাপাংকে— $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 800°C তাপাংকে যে অ্যালুমিনা (Al_2O_3) তৈরী করা হয় তাহা অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না। অ্যালুমিনা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যাসিডে দ্রবণীয়। অতি-দৃঢ় করা হইল যে-অ্যালুমিনা (Al_2O_3) গঠিত হয় তাহা অ্যাসিডেও অদ্রবণীয়। অ্যালুমিনা কার্বন বা হাইড্রোজেনের দ্বারা বিজারিত করা যায় না। ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ইহা অ্যালুমিনেট যৌগ গঠন করে। অ্যালুমিনা পালিশ-পাথর এবং কৃত্রিম রত্নপাথর প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। রঞ্জন শিল্পে এবং অ্যালাম তৈরী করার জন্যও ইহা ব্যবহৃত হয়।

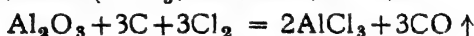
2. অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$): (1) শুষ্ক হাইড্রো-ক্লোরিক অ্যাসিড গ্যাস অথবা ক্লোরিন গ্যাসের মধ্যে শুষ্ক অ্যালুমিনিয়াম উত্তপ্ত

কবিতা অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) তৈরী করা যায়। একটি শক্ত কাচের দহন-নলের মধ্যে ভরা হয় শুক অ্যালুমিনিয়াম চূর্ণ। নলের একমুখে সংযুক্ত থাকে একটি ফ্লাস্ক এবং নলের অপর মুখে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা ক্লোরিন গ্যাস চালানো হয়। দহন-নলটি দীপের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। দহন-নলে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) তৈরী হয় এবং ইহা উৎক্ষিপ্ত হইয়া ফ্লাস্কের মধ্যে সংগৃহীত হয়। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি

(ii) বৃহদায়তন শিল্পক্ষেত্রে অ্যালুমিনা ও কার্বন (C) মিশ্রিত কবিতা উত্তপ্ত অবস্থায় ($1600^\circ C$) উহাব মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2) চালাইয়াও অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) তৈরী করা যায়। যথা :



লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে অ্যালুমিনিয়াম বা ইহাব অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড প্রবীভূত করিলে প্রথমে আর্দ্র ক্লোরাইড ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$) গঠিত হয়। কিন্তু ইহা উত্তপ্ত কবিতা অনার্দ্র ক্লোরাইড তৈরী করা যায় না। কারণ, ইহা উত্তপ্ত করিলে পুনরায় অ্যালুমিনিয়ামের অক্সাইড ও অ্যাসিড তৈরী হয়। যথা :

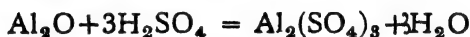


ধর্ম : অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড একটি অতি উদ্গ্ৰাহী (hygroscopic) কঠিন বস্তু। জলীয় বায়ুতে ইহা ধূমায়িত হয় এবং সহজেই জলের সঙ্গে ফটিক ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$) গঠন করে। কিন্তু অতিরিক্ত জলের সঙ্গে ইহার আর্দ্র-বিচ্ছেদ ঘটে। যথা : $AlCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 + 3HCl$, ইহা তাই বিক্রিয়ায় অ্যাসিড-ধর্মী। উত্তাপে ইহা অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা : $2AlCl_3 + 3H_2O = Al_2O_3 + 6HCl$,

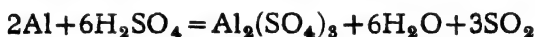
অ্যামোনিয়া শোষণ করিয়া অ্যামোনিয়া যুত যৌগ গঠন করে ($\text{AlCl}_3, 6\text{NH}_3$)।

ব্যবহার : অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড পেট্রোলিয়াম-শিল্পে হালকা পেট্রোল তৈরী করার জন্য এবং জৈব রসায়নে সংশ্লেষণী বিকায়করূপে ব্যবহার করা হয়।

3. **অ্যালুমিনিয়াম সালফেট** $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 18\text{H}_2\text{O}]$: (i) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইড তপ্ত ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায়িত করিয়া অ্যালুমিনিয়াম সালফেট তৈরী করা হয়। দ্রবণকে ঘনীভূত করিয়া সালফেট স্ফটিক তৈরী করিয়া এবং সেই সালফেট স্ফটিক আবাব জলে দ্রবীভূত, পরিস্কৃত এবং পুনরায় বাষ্পায়িত করিয়া বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম সালফেট তৈরী করা হয়। বিক্রিয়া :

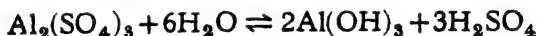


(ii) অ্যালুমিনিয়ামেব সঙ্গে তপ্ত ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডেব বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম সালফেট গঠিত হয়। যথা :



(iii) বৃহদায়তন শিল্পপদ্ধতিতে আকবিক বক্সাইট ও চিনা মাটি বা কেলিনের সঙ্গে তপ্ত ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডেব বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যালুমিনিয়াম সালফেট তৈরী করা হয়। ইহা জলে দ্রবীভূত, বাষ্পায়িত ও কেলাসিত করিয়া বিশুদ্ধ করা যায়।

অ্যালুমিনিয়াম সালফেট জলে বিশেষভাবে দ্রবণীয় এবং জলীয় দ্রবণে ইহার আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে বলিয়া ইহাও অ্যাসিড-ধর্মী।



ইহা উত্তপ্ত করিলে অক্সাইড তৈরী হয়। যথা :



অ্যালাম (Alum) : অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের সঙ্গে সম-আণবিক (equi-molecular) পরিমাণে পটাশিয়াম সালফেট বা অ্যামোনিয়াম সালফেট মিশাইয়া পটাল অ্যালাম $[\text{K}_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}]$ বা অ্যামন অ্যালাম $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, 24\text{H}_2\text{O}]$ তৈরী করা যায়।

[অ্যালাম সম্বন্ধে প্রাঃ রসায়ন দ্বিতীয় ভাগ—সালফিউরিক অ্যাসিড অধ্যায় দ্রষ্টব্য।]

ব্যবহার : অ্যালুমিনিয়াম সালফেট স্ফুটনশিল্পে রঙ পাকা করার জন্য, ফটকিরি বা অ্যালাম তৈরী করার জন্য, কাগজে প্রলেপ দেওয়ার জন্য এবং চর্মশিল্পে ও অগ্নি নির্বাপকের কাজেও ব্যবহার করা হয়।

অ্যালুমিনিয়াম সনাক্তকরণ (Test or identification) : (i) সোডিয়াম কার্বনেটের (Na_2CO_3) সঙ্গে মিশাইয়া ধূস-কোন অ্যালুমিনিয়াম যৌগ (কসফেট ব্যতীত) চারকোল-পিণ্ডে রাখিয়া অদীপ্ত জারণ শিখায় (oxidising flame) উত্তপ্ত কবিলে চারকোল-পিণ্ডের গায়ে এক বকম উজ্জ্বল সাদা অবশেষ থাকে। এই অবশেষের উপরে কয়েকটি ফোঁটা কোবল্ট নাইট্রেট ফেলিয়া অদীপ্ত জারণশিখায় পুনরায় উত্তপ্ত কবিলে সাদা অবশেষ নীল হইয়া যায়। এরূপ নীলবর্ণকে বিক্রিয়াটির আবিষ্কারকের নামানুযায়ী 'থের্নার্ড ব্লু' বলা হয়।

(ii) অ্যালুমিনিয়ামেব ধূস-কোন লবণেব ক্ষাব দ্রবণ (NaOH , KOH বা NH_4OH) মিশাইলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড [$\text{Al}(\text{OH})_3$] অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহা অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) দ্রবণে দ্রবীভূত হয় না, কিন্তু অতিরিক্ত ক্ষারে ইহা [$\text{Al}(\text{OH})_3$] দ্রবীভূত হইয়া যায় এবং অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে আবার হাইড্রক্সাইড যৌগ [$\text{Al}(\text{OH})_3$] অধঃক্ষিপ্ত হয়।

Questions to be discussed

1. What are the natural ores of Aluminium ? What ore is used for its extraction ? Describe the principle of extraction and purification of aluminium.

2. How natural bauxite can be purified ? Under what condition H_2SO_4 has no reaction on alumina ? How would you prepare aluminium chloride ? What are its uses ? What is the reaction of HCl on alumina ?

3. What are the reaction of aluminium with (i) Air, (ii) Caustic Soda ; (iii) Nitrogen ; (iv) Ferric oxide on heating ? Give equation.

4. Write short notes on : alum, alumina and thermit process. What are the important alloys of aluminium ? What are their uses ? What is the use of thermit process.

6. How would you prepare chloride, nitrate and sulphate of aluminium from bauxite ? Can you prepare carbonate of

aluminium ? What is the reaction of nitric acid, caustic soda and water on aluminium ?

7. What happens when—(i) a piece of aluminium is dipped in copper sulphate solution, (ii) aluminium chloride solution tests acidic, (iii) aluminium sulphate and ammonium sulphate solutions are mixed together, (iv) alumina is treated with caustic soda, (v) aluminium sulphate is treated with ammonium hydroxide and then ammonium chloride is added to it and (vi) aluminium treated with caustic soda, (vii) aluminium treated with nitric acid, (viii) alumina treated with carbon, (ix) alumina treated with hydrochloric acid, (x) aluminium hydroxide heated at 800°C and then treated with sulphuric acid, (xi) aluminium sulphate solution mixed with aluminium hydroxide ? Give equation where necessary.

8. How is aluminium extracted from bauxite ? State three of its chemical properties and two of its industrial uses. What is "Thermit" process ? [H. S. Exam. 1960]

9. Starting from bauxite how would you prepare :—

(a) Pure aluminium oxide, (b) Metallic aluminium, (c) Aluminium sulphate, (d) Anhydrous aluminium chloride. Give equations, (e) what is the action of water on (d).

[H. S. Exam. 1964 ; 1961]

10. Describe how aluminium is extracted from bauxite. State four of its properties. What is thermit and what are its uses ? State two other uses of aluminium ? [H. S. 1962 (Comp)]

Write short notes on Thermit.

[H. S. 1962]

প্রতীক চিহ্ন—Pb, পারমাণবিক গুরুত্ব—207, ঘোজ্যতা প্রধানত—2

পরিচয় : ধাতুরূপে লেড বা সীসার পরিচয় প্রাচীনকালেও জানা ছিল। মিসরবাদীরা যে সীসার ব্যবহার জানিত তার প্রমাণ মিসরের খ্রীষ্টপূর্ব সাড়ে তিন হাজার বৎসরের আগেকার সীসার পাত্র ও মূর্তি। পবে গ্রীক ও রোমানরা পাত্র, মূর্তি ও জলের নল তৈরী করার জন্য এবং গীর্জার ছাদ নির্মাণে প্রচুর পরিমাণে সীসার ব্যবহার আরম্ভ করে। ভারতের অথর্ববেদে, আয়ুর্বেদে 'সোমক' শব্দের উল্লেখ পাওয়া যায়। যুটেনে প্রথম শতাব্দীতে খনি হইতে সীসার আকরিক তোলা হইত। সীসার বৃহত্তম খনি ব্রহ্ম দেশের শান অঞ্চলে অবস্থিত। লেড পেন্সিলের সীল আগে সীসা দ্বারা তৈরী হইত। এখন তৈরী হয় কার্বনের রূপভেদে গ্রাফাইট দ্বারা। কিন্তু নাম এখনও লেড পেন্সিলই রহিয়া গিয়াছে। লেডের ল্যাটিন নাম প্লাম্বাম (plumbum); সেই মূল নাম অনুযায়ী সীসার প্রতীক চিহ্ন লেখা হয়—Pb.

প্রাকৃতিক আকরিক (Natural ores) : লেডের প্রধান আকরিক গ্যালেনা বা লেড সালফাইড। ইহা ছাড়া অন্যান্য আকরিকও আছে। প্রকৃতিতে অল্প পরিমাণে সীসা মৌল ধাতুরূপেও পাওয়া যায়। সীসার প্রধান আকরিক :

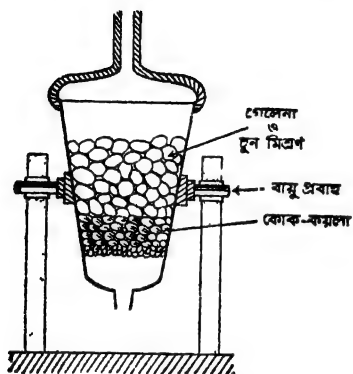
- (i) সালফাইড : গ্যালেনা (Galena)— PbS ,
- (ii) সালফেট : অ্যাংগলিসাইট (Anglesite)— $PbSO_4$;
- (iii) মিশ্রযৌগ : লেনারকাইট (Lanerkite)— $PbSO_4, PbO$
পাইরো-মরফাইট (Pyro-morphite)—
 $3Pb_3(PO_4)_2, PbCl_2$;
- (iv) কার্বনেট : সেরুসাইট (Cerussite)— $PbCO_3$,
- (v) ক্লোরাইড : ম্যাটলোকাইট (Matlokitite)— $PbCl_2, PbO$;
- (vi) ক্রোমেট : ক্রোকোইসাইট (Crocoisite)— $PbCrO_4$;

লেড বা সীসার নিষ্কাশন

(Extraction of Lead)

পূর্বে একমাত্র স্বতঃবিজারণ পদ্ধতিতে গ্যালেনা বা লেড সালফাইড (PbS) হইতে লেড বা সীসা নিষ্কাশিত করা হইত। এখন কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতেও লেড নিষ্কাশিত করা হয়।

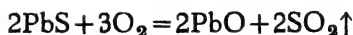
1. স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতির মূল রাসায়নিক তত্ত্ব (Chemical principle of Self-reduction process) :



গ্যালেনার জাবণ পদ্ধতি

(1) স্বতঃ-বিজারণ পদ্ধতিতে লেড নিষ্কাশনের জন্য গ্যালেনা অর্থাৎ, লেড সালফাইডকে (PbS) প্রথম পর্যায়ে নিয়ন্ত্রিত বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে বিশেষ ধরনের চুল্লীতে অক্সিজাইড বা জাবিত কবিতা আংশিক পরিমাণে লেড অক্সাইড (PbO) ও লেড সালফেট (PbSO₄)

যোগে পরিণত করা হয়। যথা :



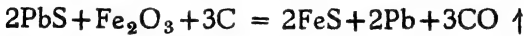
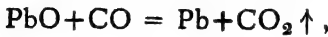
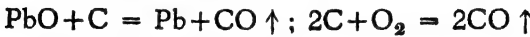
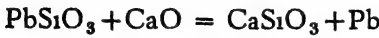
(ii) দ্বিতীয় পর্যায়ে বিক্রিয়ায় আংশিক পরিমাণ লেড সালফাইড হইতে উৎপন্ন এই লেড অক্সাইড ও লেড সালফেট অজাবিত অবশিষ্ট লেড সালফাইডকে উচ্চ তাপে স্বতঃবিজারিত (self-reduction) কবিতা লেড বা সীসা নিষ্কাশিত কবে। যথা :



(iii) দ্বিতীয় পর্যায়ে স্বতঃবিজারণ বিক্রিয়ার আগে কিছু কোকচূর্ণ (C), কুইকলাইম (CaO) এবং হিমাটাইট জাতীয় লৌহ আকরিক (Fe₂O₃) লেড যোগের আংশিক জাবিত মিশ্রণেব সঙ্গে প্রধানত বিগালক (flux) রূপে মিশ্রিত করা হয়। কোক লেড অক্সাইড বিজারণে এবং ক্যালসিয়াম অক্সাইড

আকবিকে অবস্থিত সিলিকার সঙ্গে সিলিকেট [$\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$] গঠন কবিয়া বিজারণ বিক্রিয়ায় সাহায্য কবে।

(iv) স্বতঃজারণের পরেও প্রায় 10% লেড যৌগ (PbO , PbSO_4 , PbS , PbSiO_3) অবিজারিত থাকিয়া যায়। পুনরায় কিছু কোকচূর্ণ, লাইম বা পোড়ান চুন ও হিমাটাইট এই অবিজারিত লেড যৌগের সঙ্গে মিশ্রিত এবং তপ্ত বায়ুর সাহায্যে উত্তপ্ত কবিয়া লেড নিষ্কাশন সম্পূর্ণ করা হয়। বিক্রিয়া ঘটে অধরূপভাবে :



নিষ্কাশন পদ্ধতির বিবরণ (Extraction process)

(i) আকরিক গাঢ়ীকরণ (Concentration) : সীসাব আকবিকের তথা গ্যালেনাব সঙ্গে বালু, কঁকর ও অগ্নাশ্রু যে-সব ময়লা থাকে গ্যালেনা বিচূর্ণ কবিয়া প্রথমে পাইন তেলের সাহায্যে বিধৌত কবিয়া তাহা অপসাবিত করা হয়। ফেনাব সঙ্গে আকবিক চূর্ণ উপবে ভাসিয়া ওঠে এবং বালু ও কঁকর নিচে পড়িয়া যায়।

(ii) আংশিক বায়ু-জারণ (Partial roasting) : এই বিধৌত গ্যালেনা পরাবর্ত বা রিভারবারেটরী চুল্লীতে নিয়ন্ত্রিত বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে আংশিকভাবে জারিত (oxidised) করা হয়। একপ জাবণে আংশিক পৰিমাণে গ্যালেনা (PbS) হইতে তৈবী হয় লেড মনোক্সাইড (PbO) ও লেড সালফেট (PbSO_4)।

(iii) স্বতঃবিজারণ (Self-reduction) : লেডের সঙ্গে মিশ্রিত ময়লা ধাতুমলকপে নিষ্কাশন করাব জন্ত এই আংশিক জারিত গ্যালেনার সঙ্গে কোক, পোড়া চুন (CaO) ও হিমাটাইট (Fe_2O_3) মিশ্রিত করা হয়। এই পোড়া চুন বিগালকের (flux) কাজ কবে। বিগালক মিশ্রিত করার পরে পরাবর্ত চুল্লীতে বায়ুপ্রবাহ চালানো বন্ধ কবিয়া চুল্লীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে লেড অক্সাইড (PbO) এবং লেড সালফেট (PbSO_4)

অবশিষ্ট গ্যালেনা বা লেড সালফাইডের অজারিত (unoxidised PbS)



পরাবর্ত চুল্লিতে সীসার স্বতঃবিজারণ

অংশের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া লেড বা সীসা নিষ্কাশিত করিয়া দেয়। এই সীসা পরাবর্ত চুল্লী বা নালাপথে বিগলিত ধাতু রূপে বাহির হইয়া যায়।

2. কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি (Carbon-reduction process)

স্বতঃ-বিজারণের পবিবর্তে বর্তমানে সবাসবিভাবে কার্বন-বিজারণ পদ্ধতি অনেক ক্ষেত্রে লেড নিষ্কাশিত করা হয়। যে গেলেনা আকরিকে অতি-মাত্রায় ময়লা থাকে সাধারণত সেকপ অকরিক এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত হয়।

মূল রাসায়নিক তত্ত্ব (Chemistry of Reduction Process):

(i) গ্যালেনা অর্থাৎ লেড সালফাইডকে সম্পূর্ণভাবে বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে জারিত করিয়া প্রথম পর্যায়ে লেড অক্সাইডে পরিণত করা হয়। যথা:

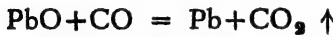


(ii) দ্বিতীয় পর্যায়ে এই লেড অক্সাইডের সঙ্গে কার্বন (C) মিশ্রিত করিয়া ধাতুর অক্সাইডকে উচ্চ তাপে বিজারিত করা হয়। এরূপ বিজারণের ফলে সীসার অক্সাইড হইতে ধাতুরূপে সীসা নিষ্কাশিত হয়। যথা:



(iii) লেড নিষ্কাশন সম্পূর্ণ করার জন্য প্রথম পর্যায়ে বায়ু-জারণের পূর্বে গেলেনা আকরিকের সঙ্গে চুনা পাথর (CaCO_3), এবং কোয়ার্টিজ জাতীয় সিলিকা (SiO_2) মিশ্রিত করা হয়। ইহার ফলে বায়ু-জারণে আংশিক-

ভাবে যে লেড সালফেট তৈরী হয় তাহা লেড সিলিকেটে ($PbSiO_3$) পরিণত হয়। চুনা পাথর হইতে উৎপন্ন পোড়া চুন (CaO) এই সিলিকেটকে লেড অক্সাইডে পরিণত করে এবং ইহা কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া লেড ধাতুতে পরিণত হয়। যথা :

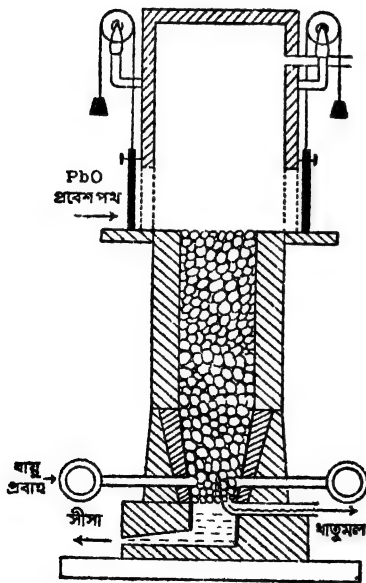


চুল্লীর নিচেব স্তরে অশোধিত লেড জমা হয়।

✓ পদ্ধতির বিবরণ (Extraction process) :

(i) আকরিক গাঢ়ীকরণ (Concentration) : প্রথমে তেল-জল

মিশ্রণের সাহায্যে বিধৌত করিয়া গ্যালেনা বা লেড সালফাইড চূর্ণ হইতে বালু, কাকব ইত্যাদি মুক্ত করা হয়।



(ii) বায়ু-জারণ (Roasting) :

বিধৌতে গ্যালেনার সঙ্গে অল্প পরিমাণে পোড়া চুন (CaO) ও সিলিকা (SiO_2) ও কয়লা মিশ্রিত করা হয়। এই মিশ্রণ একটি অল্প আয়তনের আবদ্ধ পাত্রে ভরা হয়। পাত্রটির নিচে একটি নলাকার বায়ু প্রবেশের পথ থাকে। লেড আকরিক-পূর্ণ পাত্রটির মধ্যে বায়ুপ্রবেশ পথে উত্তপ্ত বায়ু-প্রবাহ চালানো হয়। এই বায়ু প্রবাহ গ্যালেনা বা লেড-সালফাইডকে লেড অক্সাইডে পরিণত করে।

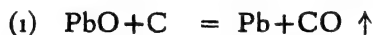
লেড বিজারণের মার্ক-চুল্লী

বিক্রিয়ার উত্তাপের ফলে এই লেড অক্সাইড গলিয়া যায় এবং লেড অক্সাইড পাত্র হইতে নির্গত হইয়া খণ্ড খণ্ড দানায় পরিণত হয়।

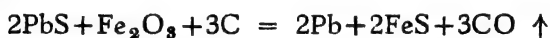
(iii) কার্বন-বিজারণ (Carbon reduction) : এই লেড-অক্সাইড দানার সঙ্গে কোক-কার্বন এবং অল্প পরিমাণে লোহার অক্সাইড চূর্ণ মিশ্রিত করা হয়। লেড-অক্সাইড, কোক অর্থাৎ অঙ্গার ও লোহার অক্সাইডের মিশ্রণের সঙ্গে বিগলকরূপে কিছু পোড়া চুনও মিশানো হয়। পোড়া চুন ময়লা নিকাশনের (flux) কাজ করে।

এই মিশ্রণ মার্ক-চুল্লী (blast furnace) নামের এক বিশেষ ধবনের চুল্লীতে পূর্ণ করা হয়। এই চুল্লীতে বায়ুপ্রবাহের উত্তপ্ত বাত্যা চালাইয়া কোকের কার্বন দ্বারা লেড অক্সাইড বিজারিত করিয়া লেড নিকাশিত করা হয়।

প্রাথমিক বিজারণ বিক্রিয়ায় কার্বন (C) লেড-অক্সাইডকে বিজারিত করে। এরূপ বিজারণ বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড (CO) তৈরী হয়। এই কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসও পরে বিজারণ ক্রিয়ায় সাহায্য করে। বিক্রিয়া দুইটি ঘটে এইভাবে :



প্রথম পর্যায়ে বায়ু-জারণের সময় যদি গ্যালেনাব (PbS) কোন অংশ অজারিত থাকিয়া যায় তবে লোহাব অক্সাইড তাহা বিজারিত করিয়া দেয়। যথা :



এই লেড বা সীসা গলিত অবস্থায় মার্ক চুল্লীর তলদেশে অবস্থিত নির্গম-দ্বারের পথে বাহির হইয়া যায়।

পোড়া চুন (CaO) সিলিকা জাতীয় ময়লা ধাতুমলকপে নিকাশিত করিয়া দেয়।

সীসা পরিশোধন বা নম্রকরণ

(Purification or Softening of Lead)

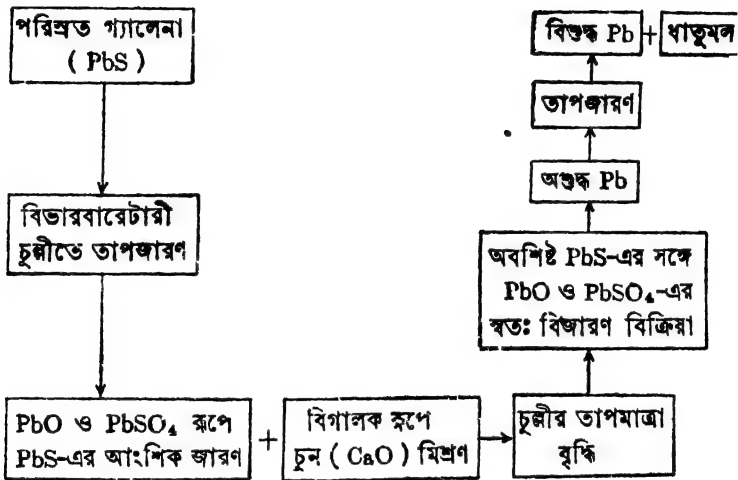
স্বতঃবিজারণ বা কার্বন-বিজারণ পদ্ধতিতে যে-সীসা পাওয়া যায় তাহা শক্ত। কারণ, এরূপ সীসার সঙ্গে রূপা, তামা, লোহা, জিংক, আরসেনিক অ্যান্টিমনি, বিসমাথ, সালফার ইত্যাদি পদার্থ স্বল্প পরিমাণে মিশ্রিত থাকে।

(i) অবিশুদ্ধ সীসা পরাবর্ত চুল্লীতে বায়ুর সংস্পর্শে জারিত করা হয়। এরূপ প্রক্রিয়ায় মল বা ময়লাকপে মিশ্রিত বিভিন্ন পদার্থ অক্সাইডে পরিণত হইয়া

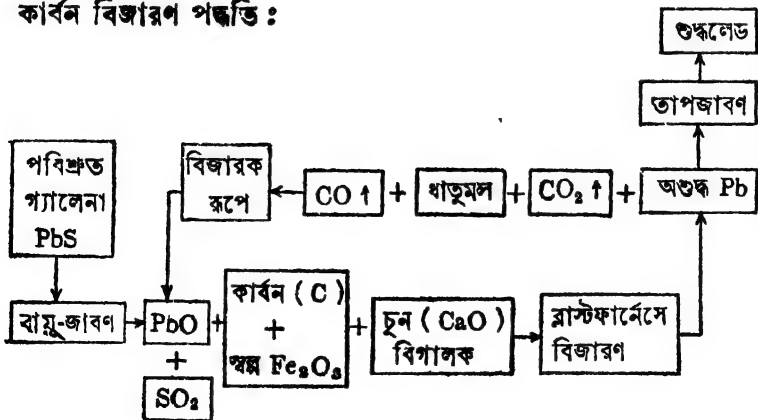
সরের আকারে সীসার উপরে ভাসিয়া উঠে। এরূপ ধাতুমল (slag) অপসাবিত করা হয়। এইভাবে বিশুদ্ধ করার পরেও সীসাব মধ্যে রূপা, বিসমাথ, অ্যান্টিমনি ও কপার মিশ্রিত থাকে। অশুদ্ধ কঠিন সীসাকে বিশুদ্ধ করা হইলে সীসা (লেড) নরম হইয়া যায়।

লেড নিষ্কাশন

অতঃ বিজারণ পদ্ধতি :



কার্বন বিজারণ পদ্ধতি :

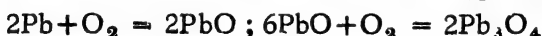
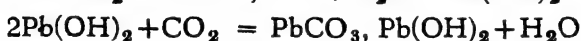


(ii) দ্বিতীয় পর্যায়ে অন্তর্ভুক্ত সীসার ব্লক অ্যানোডরূপে এবং বিশুদ্ধ সীসা (লেড) ক্যাথোডরূপে জিলেটিন যুক্ত লেড সিলিকো ফ্লোবাইড ($PbSiF_6$) ও হাইড্রো-ফ্লো-সিলিসিক অ্যাসিড (H_2SiF_6) মিশ্রণ ইলেকট্রোলাইট রূপে ব্যবহার করিয়া তড়িদবিশ্লেষণ কবিলে ক্যাথোডে বিশুদ্ধ লেড সঞ্চিত হয় এবং রূপা, তামা, বিসমাথ অ্যাক্টিমনি ইত্যাদি অ্যানোডের তলায় 'গাঁদ'রূপে অধঃক্ষিপ্ত হয়। ইহাকে বেট পদ্ধতি বলা হয়। ✓✓

সীসা বা লেডের ধর্ম

ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) লেড বা সীসা একটি নীলাভ ধূসর ধাতু। (ii) সদা ব্যবহৃত বিভিন্ন ধাতুর মধ্যে লেড সবচেয়ে ভারী, ইহার ঘনত্ব—11.4, ইহার গলনাংক $327^\circ C$. কিন্তু লেড সবচেয়ে নরম এবং ইহা সবচেয়ে স্বল্প তাপে বিগলিত করা যায়। (iii) ইহা সম্প্রসারণশীল।

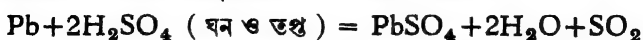
রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : (i) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : (ক) লেড বা সীসার উপরে অনার্দ্র বায়ুর কোন বিক্রিয়া নাই। (খ) আর্দ্র বায়ু সীসার গায়ে লেড অক্সাইড এবং শেষ পর্যন্ত ক্ষারকীয় লেড কার্বনেট গঠন করে। (গ) তপ্ত বায়ুতে দহনের ফলে লেড প্রথমে লিথার্জ (PbO) নামক লেড অক্সাইডে এবং পরে 'বেড লেড' বা লাল সীসা নামের উচ্চতর অক্সাইডে (Pb_3O_4) পরিণত হয়। যথা :



(ii) জলের ক্রিয়া (Action of water) : বায়ু-মুক্ত জলের সঙ্গে লেডেব কোন বিক্রিয়া ঘটে না। কিন্তু বায়ু-মিশ্রিত জলের সঙ্গে লেডের বিক্রিয়ায় লেড হাইড্রক্সাইড গঠিত হয়। ইহা জলে সামান্য দ্রবণীয়। যথা :



(iii) অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) : লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড লেডের উপরে বিক্রিয়াহীন। কিন্তু ঘন ও তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিড লেডেব উপরে বিক্রিয়া ঘটাইয়া সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। কিন্তু ঘন ও তপ্ত হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ধীরে ধীরে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। যথা :

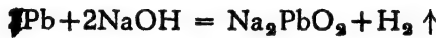


লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড সীসা আক্রমণে অক্ষম। ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড 200°C তাপাংকের নীচে লেডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম। তাই সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে ধাতব লেডের তৈরী কক্ষ ব্যবহার করা হয় এবং লেডের তৈরী পাত্রে সালফিউরিক অ্যাসিড বাখা যায়।

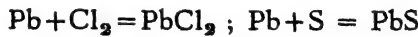
লঘু বা ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড লেডের উপরে দ্রুত বিক্রিয়া ঘটায়। বিক্রিয়া :



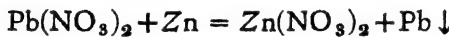
(iv) ক্ষারের বিক্রিয়া (Action of alkali) : তপ্ত কঠিক সোডার সঙ্গে লেডের মন্থর গতিতে বিক্রিয়া ঘটে এবং প্লাম্বাইট রোগ গঠিত হয়। যথা :



(v) ক্লোরিন ও সালফারের বিক্রিয়া (Action of non-metal) : ক্লোরিন ও সালফার লেডের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হইয়া লেড ক্লোরাইড (PbCl_2) ও লেড সালফাইড (PbS) গঠন করে।



(vi) জিংক দ্বারা প্রতিস্থাপন (Displacement reactions) : জিংকেব স্থান তড়িৎ-রাসায়নিক তালিকায় সীসার চেয়ে উচ্চে বলিয়া লেড তথা সীসার যৌগেব দ্রবণের মধ্যে জিংক দণ্ড বুলাইয়া রাখিলে জিংকেব গায় ক্ষটিকাকারে সীসা জমিয়া উঠে। সঞ্চিত সীসার এইরূপ আকৃতিকে বলা হয় 'সীসার গাছ' (lead-tree)। সীসা প্রতিস্থাপনের বিক্রিয়া :



লেডের ব্যবহার : (i) সীসা আর্দ্র বায়ুর সংস্পর্শে লেড কার্বনেটেব প্রলেপ তৈরী কবে। তাই জল-বায়ু প্রকোপ হইতে রক্ষা কবিবার জন্য ছাদ ঢালাইয়ের কাজে ইহা ব্যবহাৰ করা হয়। (ii) স্টোবেজ ব্যাটারীর প্লেট (iii) সালফিউরিক অ্যাসিডের কাবখানায় লেড চেম্বারের দেওয়াল নির্মাণে, (iv) বিভিন্ন বাষ্পীকরণ পাত্র, চৌবাচ্চা, কামান-বন্দুকের গোলা, গ্যাস ও জলের পাইপ, বৈদ্যুতিক তারেব আচ্ছাদন, (v) মুদ্রণ যন্ত্রের টাইপ, (vii) বিভিন্ন ধাতু-সংকর (টাইপ মেটাল, ঝালাই, ব্রোঞ্জ ইত্যাদি) এবং চাকুশিল্পে পাত্র ও মূর্তি তৈরী করার জন্য লেড বা সীসা ব্যবহার করা হয়। (vii) লিথার্জ ও রেড লেড (যাহা কান শিল্পে ব্যবহৃত হয়) উৎপাদনেও লেড প্রয়োজন হয়।

সীসার বিষক্রিয়া (Lead poisoning) : বায়ুমিশ্রিত জলে লেড দ্রবীভূত হয়। কিন্তু জলে যদি কোন ধাতুর কার্বনেট বা সালফেট লবণ মিশ্রিত

থাকে তবে লেডেব গায়ে এক প্রকার পর্দা পড়ে এবং ইহা জলের মধ্যে সীসার দ্রবণ-ক্রিয়া প্রতিবোধ করে। লেড বিষাক্ত এবং লেডের বিক্রিয়া ধীরে ধীরে ঘটে। যারা সীসা লইয়া দীর্ঘদিন কাজ করে অনেক সময় তাদের দাঁতের মাড়িতে এক রকম নীলাভ দাগ পড়িতে দেখা যায়।

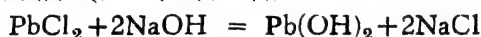
সীসার ধাতু-সংকর (Alloys) : সীসার ধাতু-সংকর ছাপার টাইপ বা ব্লক তৈরী করা বস্তু এবং ঝালাইয়ের কাজে ব্যবহার করা হয়।

ধাতু-সংকর	উপাদান ও অনুপাত	ব্যবহার
টাইপ মেটাল (type-metal)	Pb : 80 : Sb : 15 : Sn : 5	ছাপার টাইপ
পিউটার (pewters)	Pb : 20 . Sn : 80	জলপাত্র নির্মাণ
ঝালাই (soft or common solder)	Pb : 50 Sn : 50	ঝালাইয়ের কাজ

লেডের প্রধান যৌগসমূহ

(i) **লেড অক্সাইড :** Pb-মনোক্সাইড (লিথার্জ)— PbO , বেড লেড বা 'লাল সীসা'— Pb_3O_4 , লেড পাবক্সাইড— PbO_2 , লেড সেনকিউই অক্সাইড— Pb_2O_3

(ii) **লেড হাইড্রক্সাইড** $[Pb(OH)_2]$: যে কোন দ্রবণীয় লেড লবণের সঙ্গে ক্ষারের বিক্রিয়ায় ইহা তৈরী হয়। যথা :



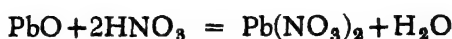
(iii) **লেড ক্লোরাইড** ($PbCl_2$) : লিথার্জ, লেড কার্বনেট বা যে-কোন দ্রবণীয় লেড লবণের সঙ্গে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় ইহা তৈরী হয়। যথা :



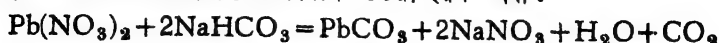
(iv) **লেড সালফেট** ($PbSO_4$) : যে-কোন দ্রবণীয় লেড লবণের সঙ্গে লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড মিশাইয়া অদ্রবণীয় লেড সালফেট তৈরী করা যায়। যথা :



(v) **লেড নাইট্রেট** $[Pb(NO_3)_2]$: তপ্ত ও ঘন নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে লিথার্জেব বিক্রিয়ায় লেড নাইট্রেট তৈরী হয়। ইহা একটি বিস্ফোরক পদার্থ। যথা :

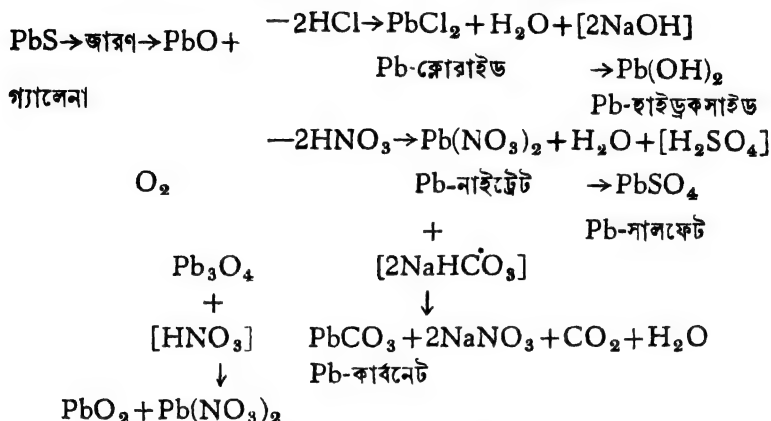


(vi) **লেড কার্বনেট** (PbCO_3) : লেড নাইট্রেটের সঙ্গে সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের বিক্রিয়ায় লেড কার্বনেট তৈরী হয়। যথা :



প্রাকৃতিক আকরিক হইতে অশুদ্ধ যৌগ গঠন

(Different compounds from a natural ore)



লেডের বৈশিষ্ট্য

(i) লেড পাঁচরকম অক্সাইড গঠন করে। যথা :

(1) লেড সাব-অক্সাইড (Pb_2O) , (2) লেড মনোক্সাইড (PbO) বা লিথার্জ , (3) লেড সেনসকিউই-অক্সাইড (Pb_2O_3) , (4) বেড লেড বা লেড টেট্রাক্সাইড (Pb_3O_4) , (5) লেড ডাই-অক্সাইড বা লেড পারক্সাইড (PbO_2) এরূপ বিভিন্ন যৌগে লেডের যোজ্যতা বিভিন্ন।

(ii) লেডের অক্সাইড অ্যাসিড ও ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায় বলিয়া ইহা উভধর্মী অক্সাইড। (বিক্রিয়া পবে দ্রষ্টব্য)

(iii) লেড পারক্সাইড ও লেড নাইট্রেট বিস্ফোরক দ্রব্য। .

(iv) লেডের যৌগগুলি জলে স্বল্প দ্রবণীয়। লেড ক্লোরাইড (PbCl_2) শীতল জলে অদ্রবণীয়, গরম জলে দ্রবণীয়। লেড নাইট্রেট জলে দ্রবণীয়। লেড সালফেট (PbSO_4) অদ্রবণীয়।

(v) রেড লেড ও লেড পারক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক ও সালফিউরিক অ্যাসিডের (HCl ও H_2SO_4) বিক্রিয়ায় ক্লোরিন ও অক্সিজেন (Cl_2 ও O_2) উৎপন্ন করে। [বিক্রিয়া পরে দ্রষ্টব্য]

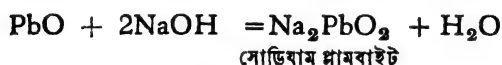
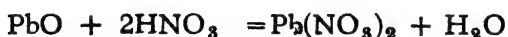
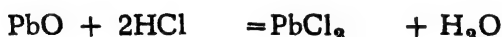
(vi) লেডের অক্সাইড ও কার্বনেট রং ও পেইন্ট রূপে প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

কক্সেকটি বিশিষ্ট যৌগ

লিথার্জ ও রেড লেড : লেড মনোক্সাইডকে (PbO) লাল সীসা বা রেড লেড বলা হয়।

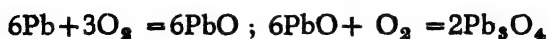
(ক) **লিথার্জ (Litharge) :** লেড বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে অপেক্ষাকৃত নিম্ন তাপাংকে প্রথমে হলুদবর্ণের পাউডার তৈরী হয়। ইহাকে বলা হয় ‘ম্যাসিকট’ (Massicot)। এই ম্যাসিকট অথবা লেড অক্সাইড প্রায় 900°C তাপাংকে বিগলিত করিয়া উচ্চতাপে উত্তপ্ত করিলে রক্তিম-হরিদ্রাভ বর্ণের লিথার্জ (PbO) তৈরী হয়। লেড মনোক্সাইড (PbO) অনিয়তাকার ও ফটিকরূপে পাওয়া যায়। হলুদবর্ণের অনিয়তাকারকে ম্যাসিকট এবং রক্তিমভা ফটিকাকারকে লিথার্জ বলা হয়। লেড মনোক্সাইডের হলুদ পাউডার 900°C তাপাংকে উত্তপ্ত করিলেই লিথার্জে পরিণত হয়।

ধর্ম : ইহা জলে অদ্রবণীয়। ইহা হাইড্রোক্লোরিক বা নাইট্রিক অ্যাসিডেব সঙ্গে লবণ এবং ক্ষারের সঙ্গে প্লামবাইট (Plumbite) যৌগ গঠন করে। যথা :



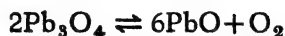
ব্যবহার : লিথার্জ, ফ্রিণ্ট গ্লাস, পেইন্ট ও ভার্নিশ এবং চীনা মাটির পাথ্রে ব্যবহৃত গ্লেজ ও এনামেল (glaze and enamel) তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়। সীসার বিভিন্ন লবণ তৈরী করার জন্যও ইহা ব্যবহৃত হয়।

(খ) **রেড লেড (Red lead) :** (১) রেড লেড (Pb₃O₄) প্রকৃতপক্ষে লেড মনোক্সাইড (PbO) এবং লেড পারক্সাইডের (PbO₂) মিশ্র যৌগ (Pb₃O₄ → 2PbO, PbO₂) , লেডকে প্রথম উত্তপ্ত করিয়া লেড মনোক্সাইডে পরিণত করা হয়। এই মনোক্সাইডকে পবাবর্ত চুল্লীতে অথবা কোন নলের আকারে গঠিত আবদ্ধ পাত্রে মধ্য (400°C) তাপাংকে 48 ঘণ্টাব্যাপী উত্তপ্ত করিয়া রেড লেড তৈরী করা হয়। যথা :



(ii) শ্বেত সীসা [Lead carbonate— 2PbCO_3 , Pb(OH)_2] বায়ুর স্রোতে উত্তপ্ত করিয়াও লাল সীসা বা রেড লেড তৈরী করা হয়।

ধর্ম : বেড লেড জলে অদ্রবণীয় এবং ইহা দেখিতে উজ্জ্বল লালান্ড পাউডার। 450°C তাপাংকে ইহা (Pb_3O_4) অক্সিজেন ও লিথার্জে (PbO) পরিণত হয়। যথা :



ঘন হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লেড ক্লোরাইড ও ক্লোরিন, ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড, লেড সালফেট ও অক্সিজেন এবং লঘু বা ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড লেড নাইট্রেট ও বাদামী বর্ণের লেড পাবক্সাইড গঠন করে। ইহা এক বিশেষ বিক্রিয়া। যথা :



ব্যবহার : ক্রিষ্ট কাচ এবং তিসিব তেলের সঙ্গে মিশাইয়া রং তৈরী করার জন্য রেড লেড প্রধানত ব্যবহাব করা হয়। দেয়াশলাই তৈরীক জন্য ও সিন্দুররূপেও ব্যবহৃত হয়।

(গ) লেড পারক্সাইড (PbO_2) : লেড পারক্সাইড তৈরী করা হয় রেড লেডেব সঙ্গে নাইট্রিক অ্যাসিড বিকৃত করিয়া। ইহা (PbO_2) এত উগ্র বিজাবক পদার্থ যে, সালফার এবং লেড পারক্সাইডেব মিশ্রণ স্বতঃস্ফূর্তভাবে জলিয়া উঠে এবং লাল কক্ষকাস ও লেড পারক্সাইড একত্র মিশ্রিত কবিলে বিস্ফোরণ ঘটে। ইহা ফ্রাবেব সঙ্গে প্লামবেট (Plumbate) যোগ গঠন কবে। যথা :



লেড পারক্সাইড দিয়াশলাই তৈরী কবাব জন্য, জারক দ্রব্যরূপে এবং স্টোরেজ ব্যাটারীতে ব্যবহাব করা হয়।

শ্বেত সীসা বা হোয়াইট লেড (White lead) : শ্বেত সীসা বা লেডের ক্ষারকীয় কার্বনেট— 2PbCO_3 , Pb(OH)_2 , ইহা ভিনিগাব (অ্যাসিটিক অ্যাসিড), কার্বন ডাই-অক্সাইড ও লেডের বিক্রিয়াব তৈরী হয়। শ্বেত সীসা বা হোয়াইট লেড প্রচুর পরিমাণে রঙ ও পেইন্টরূপে ব্যবহৃত হয়। ইহা

বিষাক্ত এবং হাইড্রোজেনের সালফাইড (H_2S) গ্যাস ইহাকে বিবর্ণ করিয়া দেয়। ইহার লেপন ক্ষমতা অত্যন্ত পেইণ্টের চেয়ে বেশী। তাই জলবায়ুর প্রক্ষেপ হইতে ধাতুর জিনিসপত্র রক্ষা করার জন্ত ইহা পিগমেন্ট বা ঘন রং হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ইহা তিসির তেলের সঙ্গে মিশাইয়া রং হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তৈলচিত্র অকনেও ব্যবহৃত হয়, কিন্তু হাইড্রোজেন সালফাইডের বিক্রিয়ায় ইহা কালো হইয়া যায়। এই রং বিষাক্ত।

লেড সনাক্তকরণ (Test): (i) লেডের যে-কোন যৌগ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) যৌগেব সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া অঙ্গার পিণ্ডের গর্তে রাখিয়া ফুৎ-নলেব সাহায্যে প্রদীপ্ত বিজারণ শিখায় উত্তপ্ত করিলে সীসার দানা নিষ্কাশিত হয় এবং ইহা দ্বারা কাগজে দাগ দেওয়া যায়।

(ii) লেডেব যে-কোন দ্রবণীয় লবণেব দ্রবণে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিলে সাদা লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) অধঃক্ষেপ পড়ে। এই লেড ক্লোরাইড ($PbCl_2$) গবম জলে দ্রবণীয়, ঠাণ্ডা জলে অদ্রবণীয়। ইহাকে শীতল করিলে স্বেচ্ছ মত তীক্ষ্ণ সাদা স্ফটিক বিচ্ছিন্ন হয়।

(iii) লেডেব দ্রবণীয় লবণের দ্রবণের সঙ্গে পটাসিয়াম আয়োডাইড লবণ (KI) মিশ্রিত করিলে লেড আয়োডাইডেব (PbI_2) হলুদ অধঃক্ষেপ পড়ে। ইহা গবম জলে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু শীতল কবিলে স্বর্ণাভ চকচকে অধঃক্ষেপ পড়ে।

(iv) পটাসিয়াম ক্রোমেট হলুদ বর্ণেব লেড ক্রোমেট ($PbCrO_4$) অধঃক্ষেপ ফেলে।

Questions to be discussed

1. What are the natural sources of lead? How would you extract lead? What are the uses of lead? How would you identify a soluble lead salt?

2. What is meant by self-reduction? How is this principle used for the extraction of lead? Name a few important alloys of lead.

3. Write short notes on litharge, red lead, and white lead. What are their uses? What are the reactions of HCl on litharge and red lead.

4. Starting with galena how would you prepare lead sulphate, lead chloride, and lead nitrate ? What happens when lead nitrate is strongly heated ? Give reactions.

5. What is softening of lead ? What are the reactions when ;
(i) dil. HCl is added to lead, (ii) lead is heated with conc. H_2SO_4 , (iii) zinc rod is dipped in lead nitrate solution, (iv) litharge is treated with conc. HCl, (v) red lead treated with HNO_3 , (vi) lead peroxide and phosphorus mixed together, and (v) red lead heated strongly.

7. By what chemical reaction metallic lead is obtained from galena ? Describe methods for preparation of red lead and litharge.

What happens when red lead (a) is treated with dilute nitric acid and (b) strongly heated ?

Name the constituents of (a) soft solder, and (b) type metal.

[H. S. 1963]

7. Describe the chemical reactions involved in the extraction of lead from galena. State four of its properties and two uses. How are litharge and red lead prepared ? Describe giving equations the action of nitric acid on these compounds

[H. S. Exam. (comp) 1960]

8. Describe the preparation, properties and uses of the oxides of lead. Describe the chemical reactions which is involved in the extraction of lead from galena.

[H. S. 1962]

9. How litharge and red lead are prepared ? Give their formulæ. What is the action of dilute nitric acid on red lead ?

[H. S. 1961]

10. By what chemical reactions metallic lead is obtained from galena ? Describe methods for the preparation of red lead and litharge. What happens when red lead (a) is treated with dilute nitric acid, and (b) is strongly heated ? Name the constituents of (a) soft solder and (b) type metal.

[H. S. 1964]

পরিচয় : বিভিন্ন ধাতুর মধ্যে আয়রন বা লোহা সবচেয়ে প্রয়োজনীয়। অ্যালুমিনিয়ামের পরেই ভূ-স্তরের বস্তুরাশির মধ্যে লোহা পাওয়া যায় সবচেয়ে বেশি। লোহার ব্যবহার প্রচলিত হয় তামা ও ব্রোঞ্জের পরে। গ্রীসের প্রাচীন কবি হোমারের সময় পর্যন্ত লোহার মূল্য প্রায় সোনার সমান ছিল। সম্ভবত লোহা নিকশনের পদ্ধতি প্রাচীন ভারতে ও চীনে আবিষ্কৃত হয়। অনেকের মতে এশিয়া মাইনরের হিমাইটিস ও মেসোপোটেমিয়াতে প্রথম লোহা নিকশন পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়। ৬০০ খ্রিষ্ট-পূর্বাব্দে অ্যাসিরিয়াতে লোহা নিকশিত হইত। রোমান যুগে 'ভাবতীয় লোহা' ইথ্যোপোপে সুপ্রসিদ্ধ ছিল। ইম্পাত তৈরী করার পদ্ধতি ভারতবর্ষেই প্রথম উদ্ভাবিত হয়। পঞ্চদশ শতাব্দীর পূর্ব পর্যন্ত প্রচুর পরিমাণে লোহা উৎপাদন করা কষ্টসাধ্য ছিল। এই সময়ে জার্মানীতে প্রথম 'ব্লাস্ট ফার্নেস' পদ্ধতিতে লোহা নিকশনের বর্তমান পদ্ধতি উদ্ভাবিত হয়। ইম্পাত নির্মাণের বর্তমান বিসিয়ার পদ্ধতি মাত্র ১৮৫২ খ্রিষ্টাব্দে ইংলণ্ডে হেনরি বিসিয়ার কর্তৃক আবিষ্কৃত হয়। বর্তমানে পৃথিবীতে প্রতি বৎসব ইম্পাত তৈরী হয় প্রায় ২৭০০ লক্ষ টন ল্যাটিন 'ফেরাম' (Ferium) শব্দ হইতে লোহার প্রতীক চিহ্ন হইয়াছে—Fe

ভারতে প্রচুর পরিমাণে উচ্চ শ্রেণীর হিমাটাইট ও ম্যাগনেটাইট জাতীয় লোহার আকরিক পাওয়া যায়। বিহার, উড়িষ্যা, মহীশূর, মধ্যপ্রদেশ ও পশ্চিম বাংলায় লোহা আকরিক পাওয়া যায়। কামসেন্দপুর, বার্নপুৰ, কুলটি, লিলুয়া ছাড়াও মসুরি ভিলাই, রাউরকেলা ও হুগলিতে ইম্পাত কারখানা তৈরী হইয়াছে। আরও ছোট স্থানে ইম্পাতের কারখানা প্রতিষ্ঠা করিবার সংকল্প গ্রহণ করা হইয়াছে।

লোহার প্রাকৃতিক যৌগ

- (১) অক্সাইড : হিমাটাইট (Haematite)— Fe_2O_3 এবং চৌম্বক লোহা বা ম্যাগনেটাইট (Magnetite— Fe_3O_4),
- (২) হাইড্রেটেড বা অক্সাইড : লিমোনাইট (Limonite)— $2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$,

- (iii) কার্বনেট : স্প্যাথিক লোহ আকবিক বা সিডারাইট (Spathic Iron ore or Siderite)— FeCO_3 ,
 (iv) সালফাইড : আয়রন পিরাইটিস (Iron pyrites)— FeS_2 ,
 কপার পিরাইটিস (Copper Pyrites) — CuFeS_2 .

আয়রন বা লোহা নিষ্কাশন (Extraction or Metallurgy of Iron)

লোহা বা আয়রন নিষ্কাশিত কবা হয় প্রধানত ইহাব অক্সাইড, আর্দ অক্সাইড ও কার্বনেট আকবিক অর্থাৎ হিমাটাইট, ম্যাগনেটাইট ও লিমোনাইট হইতে। লোহাব মধ্যে সালফার মিশ্রিত থাকিলে সালফার লোহাকে ভঙ্গু কবিয়া দেয়। তাই, লোহার সালফাইড আকবিক লোহা নিষ্কাশনে ব্যবহৃত হয় না। পিরাইটিস আকবিক অর্থাৎ সালফাইড যৌগ প্রধানত সালফিউবিক অ্যাসিড উৎপাদনে ব্যবহাব কবা হয়।

সম্পূর্ণ বিস্তৃত লোহা ধাতুরূপে বিশেষ কোন কাজে লাগে না। যে-লোহা ধাতুরূপে ব্যবহৃত হয় তাহাব মধ্যে অল্প পরিমাণে কার্বন এবং অন্যান্য ধাতু মিশ্রিত থাকে। লোহাব মধ্যে কার্বন ও অন্যান্য ধাতুর পরিমাণ অনুযায়ী লোহাকে প্রধানত তিন শ্রেণীতে বিভক্ত কবা হয়। যথা :

1. পিগ আয়রন (Pig iron) বা কাস্ট আয়রন (Cast iron) বা ঢালাই লোহা,
2. স্টীল বা ইস্পাত (Steel),
3. রট আয়রন বা পেটা লোহা (Wrought iron)।

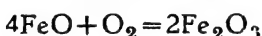
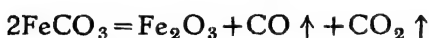
কাস্ট বা পিগ আয়রন বা ঢালাই লোহা নিষ্কাশন (Extraction of Cast or Pig Iron)

কাস্ট বা পিগ আয়রন তথা ঢালাই লোহা নিষ্কাশন দুইটি মূল রাসায়নিক বিক্রিয়ার উপবে নির্ভরশীল। প্রথম পর্ধ্যায়ে লোহাব আকবিক ভস্মীভূত বা তাপজারিত কবিয়া সম্পূর্ণরূপে ফেরিক অক্সাইডে (Fe_2O_3) পরিণত করা

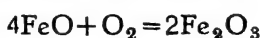
হয়। দ্বিতীয় পর্ধ্যয়ে এই ফেরিক অক্সাইড মার্কৎ চুল্লী বা ব্লাস্ট ফার্নেস (Blast furnace) কার্বনেব (C) সংযোগে বিজারিত করিয়া লোহা নিষ্কাশন করা হয়। হুতবাং বলা যায় (i) ভস্মীকরণ বা তাপজারণ এবং (ii) ফেরিক অক্সাইডের কার্বন-বিজারণ, — ইহাষ্ট আয়রন নিষ্কাশনের দ্বি-পর্ধ্যায়ী পদ্ধতি।

আয়রন নিষ্কাশনেব জন্ত (ক) আকবিক ফেবিক অক্সাইডে সমৃদ্ধ হওয়া প্রয়োজন, (খ) চুল্লীর তাপাংক কমপক্ষে 1250°C -এ রাখা দবকার এবং (গ) ময়লা নিষ্কাশনের জন্ত বিগালকরূপে চুনা পাথর (CaCO_3) মিশ্রিত করা আবশ্যক।

(1) ভস্মীকরণ বা তাপজারণ (Calcination or Roasting): প্রথমে আকবিকের সঙ্গে সামান্য কয়লা মিশ্রিত কবিয়া ভাটি বা প্রশস্ত-গহ্বর চুল্লীতে (kiln or shaft furnace) তপ্ত বায়ু নিয়ন্ত্রিত প্রবাহেব সাহায্যে আকবিকেব জলীয় বাষ্প ও অন্যান্য উদ্বায়ী পদার্থসমূহ দূরীভূত করা হয় এবং আকবিকের ফেবাস কার্বনেট যোগকে ফেবিক অক্সাইডে ও ফেবাস অক্সাইডকে ফেরিক অক্সাইডে পবিণত কবা হয়। তাপজাবণেব শেষে পাওয়া যায় ঝাঁঝরা (spongy) ফেবিক অক্সাইড। বিক্রিয়া ঘটে এইভাবে:



আকবিকে যদি কোন ফেরাস অক্সাইড থাকে বা কার্বনেট যোগ হইতে উৎপন্ন হয় তাহাও ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা:



(11) কার্বন-বিজারণ বা বিগালন ক্রিয়া (Carbon-reduction or Smelting of ore): তাপজাবিত আকবিকেব সঙ্গে অর্থাং ঝাঁঝরা ফেরিক অক্সাইডের সঙ্গে বিজারক পদার্থরূপে কোক (C) এবং বিগালক বা ফ্লাক্স (flux) রূপে চুনা পাথর (CaCO_3) মিশ্রিত ক্রিয়া ব্লাস্ট ফার্নেসের উচ্চতাপে বিক্রিয়া ঘটানো হয়। এই ব্লাস্ট ফার্নেসের বিক্রিয়ায় ফেবিক অক্সাইড বিজাবিত হইয়া আয়বনরূপে নিষ্কাশিত হয় এবং ফেরিক অক্সাইডের সঙ্গে যে সিলিকা জাতীয় (SiO_2) ময়লা থাকে তাহা ধাতুমল (slag) রূপে অপসারিত হয়।

লোহা নিষ্কাশন এবং সিলিকা অপসারণের এই রাসায়নিক প্রক্রিয়া অল্পধাবনের জ্ঞাত প্রথমে মাক্‌-চুল্লী বা ব্লাস্ট ফার্নেসেব গঠন ও বিক্রিয়াপদ্ধতি জানা প্রয়োজন।

মাক্‌-চুল্লী বা ব্লাস্ট ফার্নেস (Blast furnace)

ব্লাস্ট ফার্নেসের কাঠামো ইম্পাতে তৈরী এবং আকার বৃহৎ যুদ্ধেব হয়। ইহাব ভিতরের প্রাচীর অগ্নিশহা মাটিব ইট তথা ফায়ার ক্লে (fire clay) দ্বারা প্রায় তিন ফুট পুরু কবিয়া প্রলেপ বা লাইনিং (lining) দেওয়া থাকে। ইহা প্রায় 50 হইতে 100 ফুট উঁচু এবং প্রশস্ততম অংশে ইহার ব্যাস 24 ফুট (ব্লাস্ট ফার্নেসের চিত্র দেখ)।

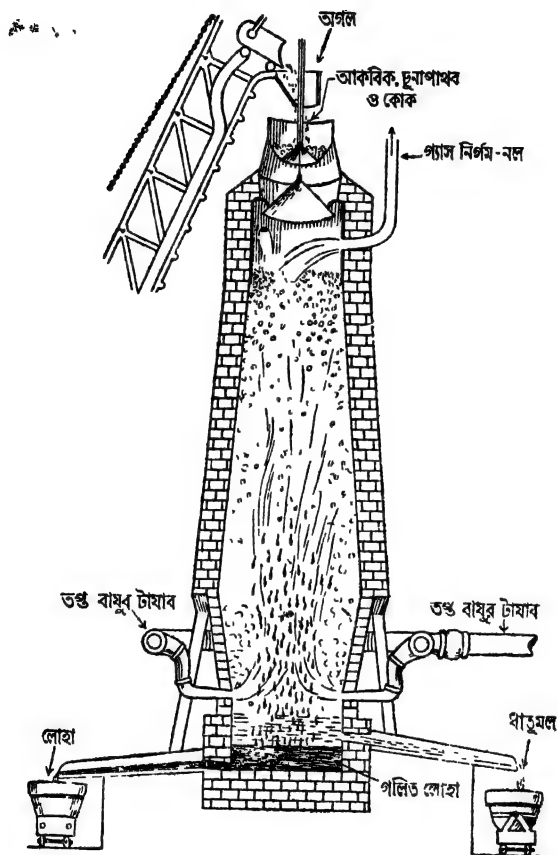
মাক্‌-চুল্লীর আকবিক প্রবেশদ্বার কোণাকার অর্গল (cup and cone) দ্বাবা আবদ্ধ রাখা হয়। চুল্লীতে আকবিক ভরাব সময় কোণাকার অর্গল নিচের দিকে নামাইয়া চুল্লীর মুখটি উন্মুক্ত করা হয়। আকবিক ভরার পবে অর্গল উপবের দিকে তুলিয়া মুখটি আবাব বদ্ধ করিয়া দেওয়া হয়। কোণাকার অর্গলেব পাশেই থাকে গ্যাস-নির্গমেব একটি চিমনী (chimney)।

চুল্লীর তলায় থাকে একটি গভীর প্রকোষ্ঠ (hearth)। এই প্রকোষ্ঠের একপাশে উপবে-নিচে অথবা দুই পাশে অবস্থিত থাকে দুইটি নির্গম-নালা (outlet)। উপরের নির্গম-নালাটি ধাতুমল অপসারণ এবং নিচের নির্গম-নালাটি গলিত লোহা সংগ্রহের জ্ঞাত ব্যবহাব করা হয় (চিত্র দেখ পৃ-326)।

প্রকোষ্ঠের উপরের অংশে চুল্লীর ব্যাস প্রশস্ততম, —প্রায় 24 ফুট। এই অংশটিকে বলা হয় ‘বশ’ (Bosh)। তলদেশের প্রকোষ্ঠে প্রায় 8 ফুট উঁচুতে চুল্লীর দুই পাশে কতকগুলি ব্যাত্যা-আগম নল বা টায়ার (tuyeres) ফিট কবা থাকে। এই টায়ারেব মাধ্যমে চুল্লীর মধ্যে তপ্ত বাত্যা-প্রবাহ (blast) চালানো হয়।

প্রারম্ভিক পযায়ে কোণাকার অর্গল খুলিয়া পাঁচভাগ লোহার আকবিক, দুইভাগ কোক এবং এক ভাগ চুনাপাথর দ্বারা চুল্লীর প্রায় তিন-চতুর্থাংশ স্থান পূর্ণ করা হয়। এই আকবিক, বিজাবক ও বিগালকের (ore, coke, flux) মিশ্রণকে চার্জ (charge) বলা হয়। চার্জ ভবার পরে প্রায় 800°C তাপাংকে

উত্তপ্ত বায়ু টায়ারের মাধ্যমে বাত্যার প্রবাহে অবিরাম চার্জের মধ্যে চালানো হয়। ফলে ধোঁয়া-রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে তাহা ধাতব লোহা নিষ্কাশিত করে এবং

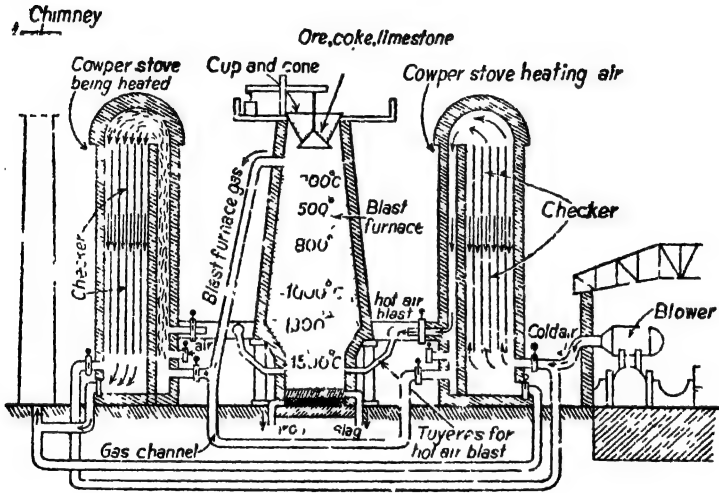


ব্লাস্ট ফার্নেস

ময়লা বিগালকের সংযোগে গঠন কবে ধাতুমল। বিগলিত লোহা ও বিগলিত ধাতুমল নিচের প্রকোষ্ঠে সঞ্চিত হয় এবং ধাতুমল গলিত লোহাব উপরে ভাসিতে থাকে। ধাতুমল উপরের নালাপথে এবং বিগলিত লোহা নিচের নালা-পথে বাহির করিয়া লওয়া হয়। বালুর ছাচে ঢালিয়া কাস্ট আয়রন বা পিগ আয়রনের দণ্ড (ingots) বা প্রয়োজনীয় আকারেব স্রব্য তৈরী করা হয়। এক্ষণে নিববচ্ছিন্নভাবে কার্যকরী রাখিয়া ব্লাস্ট ফার্নেসে দিনে প্রায় 750 টন লোহা তৈরী

করা যায়। ভিতরের ফায়ার-ক্লে প্রলেপ অক্ষত থাকা পর্যন্ত দীর্ঘদিন অবিরাম ব্লাস্ট ফার্নেস ব্যবহার করা যায়।

[তাপ পুনরুদ্ধারক কাউপার স্টোভ (Cowper Stove) : ব্লাস্ট ফার্নেসের নির্গমনের পথে যে উত্তপ্ত গ্যাস নির্গত হয় তাহার মধ্যে প্রচুর কার্বন মনোকসাইড থাকে। ইহার সঙ্গে নাইট্রোজেন ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসও থাকে। এই উত্তপ্ত গ্যাসের উত্তাপ পুনরুদ্ধার করিয়া বায়ু যে বাত্যাগ্রবাহ টাযারের সাহায্যে চুল্লীতে পাঠানো হয়



কাউপার স্টোভসহ ব্লাস্ট ফার্নেসের পূর্ণাঙ্গ চিত্র

তাহা উত্তপ্ত করার জন্য ব্যবহার করা হয় কাউপার স্টোভ (Cowper Stove) নামক তাপ পুনরুদ্ধারক যন্ত্রের (heat regenerator) মাধ্যমে। কাউপার স্টোভ লোহার কাঠামোয় গঠিত বৃহদাকারের একাধিক সিলিণ্ডার। ইহার ভিতরের প্রাচীরে অগ্নিসহ্য মাটির প্রলেপ দেওয়া থাকে এবং এরূপ সিলিণ্ডারের মধ্যে থবে থবে সাজানো থাকে অগ্নিসহ্য মাটির ইটের সারি। ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে যে তপ্ত গ্যাস নির্গত হয় তাহা প্রথমে ধূলি নিবারণ চেম্বারে (dust chamber) পাঠাইয়া গ্যাসকে ধূলিমুক্ত করিয়া কাউপার স্টোভে পাঠানো হয়। তপ্ত গ্যাসের সংস্পর্শে স্টোভের ইটগুলি লাল তপ্ত হইয়া উঠিল এই তপ্ত গ্যাস দ্বিতীয় কাউপার স্টোভে পাঠানো হয়। যে বায়ু ব্লাস্ট ফার্নেসে পাঠানো হয় তাহা এই উত্তপ্ত কাউপার স্টোভের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। প্রেরিত শীতল বায়ু সঙ্গে সঞ্চিত তাপ বিনিময় করিয়া কাউপার স্টোভ ঠাণ্ডা হইয়া গেলে ব্লাস্ট ফার্নেসগামী বায়ুপ্রবাহের গতি পরিবর্তন করিয়া দ্বিতীয় উত্তপ্ত স্টোভে পাঠানো হয় এবং প্রথম স্টোভে পুনরায় চালানো হয় ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে নির্গত তপ্ত গ্যাস। এইভাবে বারবার বিকল্প পদ্ধতিতে শীতল বায়ু এবং

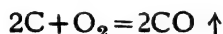
উত্তপ্ত কান্নে'স গ্যাসের গতি বিকল্প স্টোভে পরিবর্তিত করিবা শীতল বায়ু উত্তপ্ত করার জন্য কান্নে'স গ্যাসের ভাপ ব্যবহার করা হয়। কাউপার স্টোভে ব্যবহারের পরে অপ্রয়োজনীয় গ্যাস চিমনির মাধ্যমে বাহির করিবা দেওয়া হয়।]

ব্লাস্ট ফার্নেসে রাসায়নিক বিক্রিয়া

(Blast Furnace Reactions)

(i) লৌহ নিষ্কাশন তথা ফেরিক অক্সাইডের কার্বন-বিজারণ (Carbon Reduction of Ferric Oxide to Iron) : চালু ব্লাস্ট ফার্নেসের মুখের দিকে তাপাক্র প্রায় $400^{\circ}\text{C} - 500^{\circ}\text{C}$, মাঝখানে $800^{\circ}\text{C} - 1000^{\circ}\text{C}$, 'বশের' নিকটে প্রায় 1250°C এবং তলাব প্রকোষ্ঠে প্রায় 1500°C .

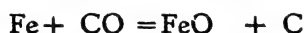
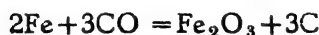
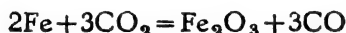
প্রায় 800°C তাপাকে উত্তপ্ত যে-বাত্যা চুল্লীতে প্রবেশ করে তাহার সংস্পর্শে প্রথমে কোক কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



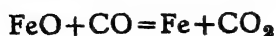
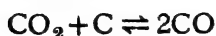
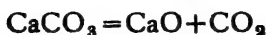
ফেরিক অক্সাইড ফার্নেসের মধ্যে নিচের দিকে নামিবার সময় $600^{\circ}\text{C} - 900^{\circ}\text{C}$ তাপাকে উত্তপ্ত হয় এবং কার্বন মনোক্সাইডের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায় : ইহার ফলে লৌহা নিষ্কাশিত হয়। যথা :



কিন্তু এই প্রতিমুখী বিক্রিয়া অসম্পূর্ণ থাকে। সত্ত নিষ্কাশিত আয়রন কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইডেব সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া আংশিক-ভাবে আবার ফেরাস ও ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়। যথা :



চুল্লীর উচ্চাংশে চুনাপাথর বিনষ্ট হইয়া ভাঙ্গিয়া যায় ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গঠন করে। এই কার্বন ডাই-অক্সাইড কোকেব কার্বন দ্বারা "বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়। এই কার্বন মনোক্সাইডও ফেরিক অক্সাইড ও ফেরাস অক্সাইড বিজারণে অংশ গ্রহণ করে। যথা :



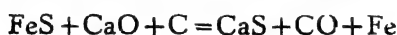
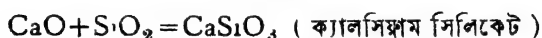
চুল্লীর মাঝখানে প্রায় 1000°C তাপাঙ্কে কিছু কার্বন সঞ্চিত হয়। যথা :



এই কার্বন এবং চার্জের কোক, অবিজারিত ও অবশিষ্ট ফেবিক অক্সাইডকে বিজারিত করিয়া লোহাব নিষ্কাশন সম্পূর্ণ করে। যথা :

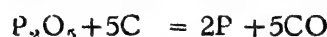
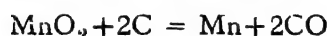


(ii) ধাতুমল গঠন ও অপসারণ (Removal of slag) : চুনা পাথর ভাঙ্গিয়া যে চুন (CaO) তৈরী হয় তাহা আকরিকের সহিত মিশ্রিত সিলিকা (SiO₂) সঙ্গে যুক্ত হইয়া ক্যালসিয়াম সিলিকেট জাতীয় ধাতুমল গঠন করে। আকরিকে যদি কিছু ফেবাস সাইফাইড অবিকৃত থাকিয়া যায় তাহা চুনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম সালফাইড (CaS) গঠন করে। যথা :



(iii) নিম্নতম প্রকোষ্ঠে লৌহ সংগ্রহ : চুল্লীর মধ্যবর্তী স্থানে যে-লোহা নিষ্কাশিত হয় তাহা অবিগলিত স্পঞ্জের আকারে ধাতুমলের সঙ্গে তলার প্রকোষ্ঠের দিকে নামিতে থাকে এবং প্রকোষ্ঠের নিকটবর্তী হইয়া 1500°C তাপাঙ্কে বিগলিত হইয়া উঠাব তলায় সঞ্চিত হয়। বিগলিত লোহাব উপরে ধাতুমল ভাসিতে থাকে। ইহা উপরে নিগম-নালার পথে এবং সমস্ত নিষ্কাশিত লোহা নিচে নিগম নালার পথে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

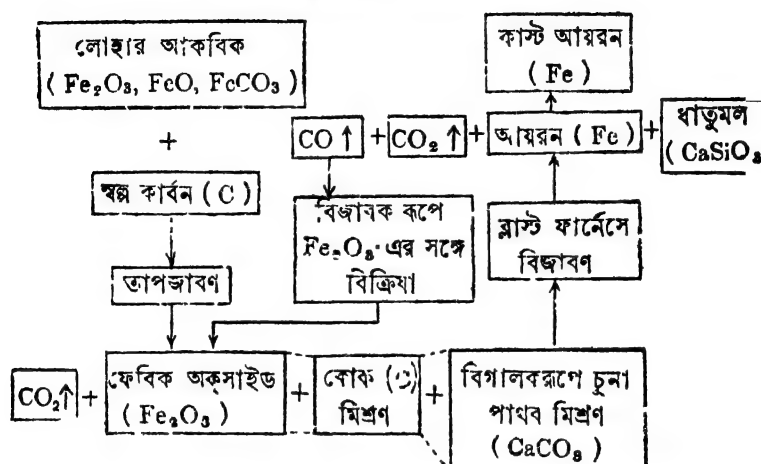
চুল্লীর নিষ্কাশনের উচ্চতাপে সিলিকা, ম্যাঙ্গানীজ ও ফসফরাসের অক্সাইড কার্বন দ্বারা বিজারিত হইয়া মৌল ধাতুতে পরিণত হয় এবং এরূপ ধাতু মল নিষ্কাশিত লোহাব সঙ্গে মিশিয়া যায়। যথা :



কাস্ট বা পিগ আয়রনের গঠন (Composition of Cast or Pig Iron) : ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে যে কাস্ট বা পিগ আয়রন নিষ্কাশিত হয় তাহা অত্যন্ত অপবিশুদ্ধ। ইহার মধ্যে প্রায় 1.5-4% কার্বন, 0.5-2% সিলিকা, 0.2-1% ম্যাঙ্গানীজ, 0-0.7% ফসফরাস এবং 0.3-1% সালফার মিশ্রিত থাকে। তাই কাস্ট আয়রন অত্যন্ত ভঙ্গুর এবং ইহা ফাটিয়া গেলে জোড় দেওয়া যায় না। কাস্ট আয়রনের মধ্যে কার্বন অংশত আয়রন কার্বাইড

(Fe_3C) যৌগ রূপে এবং অংশত গ্রাফাইটরূপে মিশ্রিত থাকে। ফসফরাসও থাকে P বা Fe_3P রূপে।

কাষ্ট আয়রন নিষ্কাশন



ধাতু-মলের ব্যবহার (Slag) : ব্লাস্ট ফার্নেস হটতে প্রধানত ক্যালসিয়াম সিলিকেট রূপে (CaSiO_3) যে ধাতু মল পাওয়া যায় তাহা সিমেন্ট তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ইহাও মধ্যে পটাস ও ফসফরাসও থাকে। তাই ইহা চূর্ণ করিয়া সাব রূপেও ব্যবহার করা হয় এবং পিচের সঙ্গে মিশাইয়া রাস্তা তৈরী করার জন্যও ব্যবহৃত হয়।

কাষ্ট আয়রনের ব্যবহার (Uses of Cast or Pig Iron) : কাষ্ট আয়রন অত্যন্ত ভঙ্গুর বলিয়া যে সমস্ত জিনিসপত্র ভাঙিবাব বা ফাটিবাব সম্ভাবনা কম তাহাই এরূপ ঢালাই লোহা দ্বারা তৈরী করা হয়। কাষ্ট আয়রনে তৈরী জিনিস ভাঙিলে ভোড়া দেওয়া যায় না। যে-সমস্ত জিনিস ঢালাই করিয়া তৈরী করা হয় সাধারণত তাহা কাষ্ট বা পিগ আয়রন দ্বারা তৈরী করা হয়। কাষ্ট আয়রনে প্রস্তুত হয় ইঞ্জি, বড় বড় লোহাও জালা, জলের পাইপ, ল্যাম্প পোস্ট, চুল্লীর সিক ইত্যাদি জিনিস।

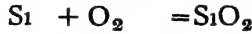
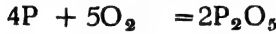
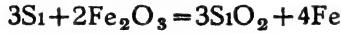
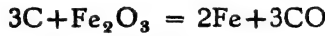
রট বা মেলিয়েবল্ আয়রন বা পেটা লোহা

(Wrought or Malleable Iron)

(1) পেটা-লোহার গঠন পরিচয় (Composition) : তিন শ্রেণীর লোহার মধ্যে রট আয়রন বা পেটা লোহা অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ। ইহার মধ্যে

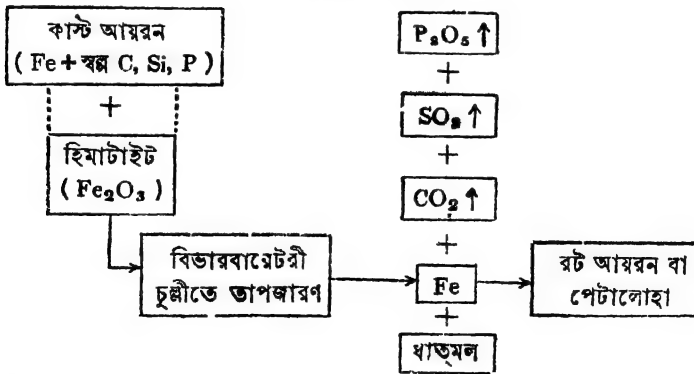
0.12% হইতে 0.25 % কার্বন এবং সমগ্রভাবে 0.5 % পর্যন্ত কার্বন, সিলিকন, ক্রোমিয়াম, ম্যাঙ্গানিজ ও ম্যাগনেশিয়াম মিশ্রিত থাকে।

(ii) ময়লা অপসারণে জারণ বিক্রিয়া (Oxidation of impurities) : এই সমস্ত অবাস্তব বাহ্যিক পদার্থ ফেরিক অক্সাইডের সাহায্যে বিশেষ ধবনেব চুল্লীতে উচ্চতাপে প্রধানত অক্সাইডরূপে জারিত করা হয়। উচ্চ তাপে বিগলিত লোহার উপরে এই অক্সাইডগুলি ধাতুমলরূপে সরের মত ভাসিয়া উঠে এবং ইহা অপসারিত করা হয়। যথা :



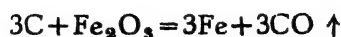
(iii) পেটা-লোহার প্রস্তুতি (Preparation of Wrought Iron) : যে পদ্ধতিতে বট আয়রন বা পেটা লোহা তৈরী করা হয় তাকে বলা হয় মল্লন পদ্ধতি বা পাডলিং প্রোসেস (Puddling process)। এই পদ্ধতিতে ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে সত্ত প্রাপ্ত কাস্ট আয়রন পবাবর্ত বা রিভারবায়েটরী চুল্লীতে রাখিয়া ময়লা মুক্ত করা হয়। ফেরিক অক্সাইড (হিমাটাইট) দ্বারা

বট আয়রন প্রস্তুতি



রিভারবায়েটরী চুল্লীর প্রলেপ বা লাইনিং দেওয়া থাকে। চুল্লীর প্রশস্ত গহ্বর বা হার্পে বায়ুর সংস্পর্শে কাস্ট আয়রন উত্তপ্ত করা হয় এবং সঙ্গে সঙ্গে বিগলিত লোহা মথিত বা আলোড়িত করিয়া দেওয়া হয়। চুল্লীর প্রলেপ অর্থাৎ

হিমাটাইট তথা ফেরিক অক্সাইডের সংযোগে কার্ট আয়রনে মিশ্রিত কার্বন জারিত হইয়া কার্বন-মনোক্সাইডে পবিণত হয়। যথা :



ফেরিক অক্সাইডেব সংযোগে সিলিকন, সালফার, ফসফরাস, ম্যাঙ্গানীজ ইত্যাদিও অক্সাইডরূপে জাবিত হইয়া ধাতুমলের সঙ্গে মিশ্রিত হয় এবং গলিত লোহার উপর ভাসিয়া ওঠে। বিক্রিয়ার প্রথম অবস্থায় পবাবত চুল্লীর উত্তাপে লোহা প্রায় ফুটিতে আবন্ত করে। ফুটন্ত লোহার উপরে ভাসমান ময়লাগুলি ধাতুমলরূপে বিমুক্ত হওয়াব ফলে অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ লোহার গলনাক্রমণ বৃদ্ধি পায় এবং লোহা কঠিন হইয়া পিণ্ডাকাব লাভ কবে। এরূপ লৌহ পিণ্ডের উপবে নিমুক্ত ধাতুমল কঠিন নবের হ্রায় জমিয়া থাকে। যান্ত্রিক হাতুরীব-সাহায্যে পিটাইয়া এই পিণ্ডগুলি অপসাবিত কবা হয়।

পেটা-লোহার গঠন (Composition of Wrought Iron) : পেটা লোহা বা রট আয়রনেব গঠন স্নদুট এবং তান্তব (fibrous)। ইহাতে প্রায় 0.1-2% কার্বন থাকে, দুইখণ্ড পেটা লোহা লাল তপ্ত করিয়া জোড়া লাগানো যায়। এরূপ ধমেব জগ্ন কর্মকাবেরা বিশেষভাবে বট আয়রন ব্যবহাব কবে এবং ইহা ওয়েল্ডিংয়েব কাজে লাগে। লাল তপ্ত পেটা লোহাকে জলে ডুবাইয়া শীতল কবাব পবেও ইহার নমনীয়তাব কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু ইম্পাতের ক্ষেত্রে ইহা কবা সম্ভব নয়। বতমানে পেটা লোহাব পরিবতে অনেক ক্ষেত্রে মৃদু ইম্পাত (mild steel) ব্যবহার কবা হয়। রট আয়রন বা পেটা-লোহা প্রস্তুতির উপায় 1784 খ্রীষ্টাব্দে ব্রিটিশ বিজ্ঞানী হেনরী কট (Henry Cort) উদ্ভাবন কবেন।

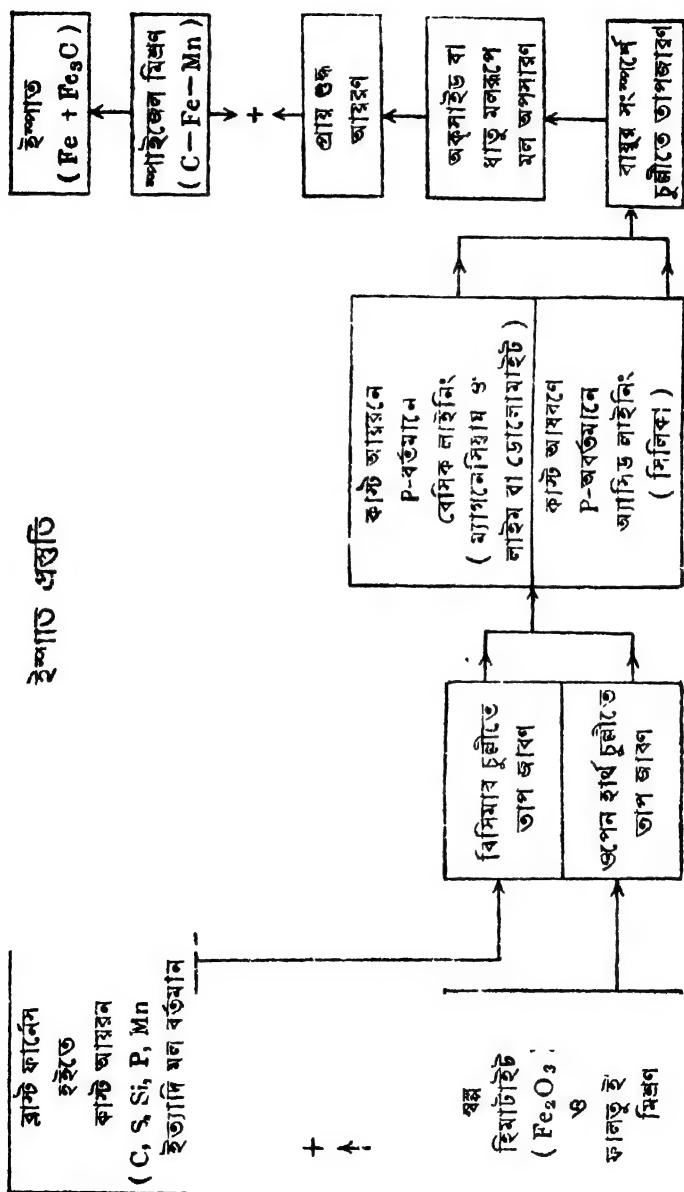
ব্যবহার (Uses of wrought iron) : রট আয়রনেব নমনীয়তা ও দৃঢ়তা এবং ইহাব দ্বারা ওয়েল্ডিংয়ের কাজ কবা সম্ভব বলিয়া তড়িৎ-চুম্বকের যন্ত্রপাতি, শিকল, তার, গেট, বন্টু, পেরেক ইত্যাদি তৈবী করার জগ্ন রট আয়রন ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ, যে-সমস্ত দ্রব্য আঘাতে ভাঙ্গে না সেই সমস্ত জিনিস পেটা-লোহা দ্বারা তৈবী করা হয়।

ইম্পাত বা স্টীলের গঠন ও প্রস্তুতি

(Composition and preparation of Steel)

1. **ইম্পাতের গঠন (Composition) :** যে লোহায় 0.25% হইতে 1.5% কার্বন বর্তমান সেই লোহাকে বলা হয় ইম্পাত বা স্টীল। ইম্পাতে কার্ট আয়রন বা ঢালাই লোহার চেয়ে কম কিন্তু রট আয়রন বা পেটা

লোহার-চেয়ে বেশী পরিমাণে কার্বন বর্তমান। উষ্ণাতে কার্বন থাকে আয়রন কার্বাইড (Fe_3C) রূপে। ফসফরাস, সিলিকন ও ম্যাঙ্গানিজ লোহার ভঙ্গুরতা



বৃদ্ধি করে। পরিমাণে মাত্রাধিক হইলে কার্বনও লোহাকে ভঙ্গুর করিয়া দেয়। তাই, ইস্পাত হইতে অধিকাংশ সিলিকন, ফসফরাস, সালফার ও ম্যাঙ্গানীজ অপসারিত করা হয়। কাস্ট আয়রন ও স্টীলের বিভিন্ন উপাদানের বিশ্লেষণে দেখা যায় :

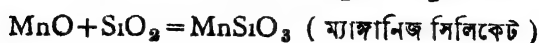
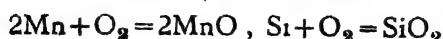
	Fe	C	Si	P	Mn	S
কাস্ট আয়রন—	93.2	1.0	1.4	2.5	1.8	0.1
ইস্পাত—	99.3	0.18	0.004	0.02	0.44	0.042

2. ইস্পাত প্রস্তুতি (Preparation of Steel)

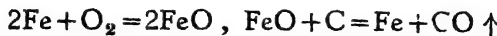
ইস্পাত তৈরী কবা হয় দুই পর্ষায়ে : (i) প্রথম পর্ষায়ে কাস্ট বা পিগ আয়রনে মিশ্রিত কার্বন, ফসফরাস, সালফার, সিলিকন ও ম্যাঙ্গানীজ ইত্যাদি পদার্থ জারিত বা অক্সিডাইজড করিয়া ধাতুমল রূপে অপসারিত করা হয়। (ii) দ্বিতীয় পর্ষায়ে এই মলমুক্ত বিশুদ্ধ-প্রায় লোহার মধ্যে নিয়ন্ত্রিত মাত্রায় কার্বন মিশ্রিত করিয়া ইস্পাত তৈরী করা হয়।

চুল্লীর প্রলেপ (Lining of furnace) : জারণ ক্রিয়ায় ময়লা অপসারণেব জন্ম কাস্ট আয়রনে ফসফরাস না থাকিলে একবকম চুল্লী ব্যবহার কবা হয়, কিন্তু পর্ষাপ্ত ফসফরাস থাকিলে অন্তবকম চুল্লীতে জারণ ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। (ক) ফসফরাস বেশী না থাকিলে সাধারণত অ্যাসিডময় সিলিকা জাতীয় মাটিতে তৈরী ইট দ্বারা চুল্লী লাঠনিং দেওয়া হয়। এরূপ সিলিকা লাইনিং বা প্রলেপকে বলা হয় অ্যাসিডময় প্রলেপ (Acidic lining) . (খ) কাস্ট বা পিগ আয়রনে যদি অতিরিক্ত ফসফরাস থাকে তবে ক্ষারময় লাইম বা চুন ও ম্যাগনেসিয়া ($\text{CaO} + \text{MgO}$) অথবা ডলোমাইট (MgCO_3 , CaCO_3) দ্বারা চুল্লীর প্রলেপ দেওয়া হয়। এরূপ প্রলেপকে ক্ষারময় প্রলেপ বা বেসিক লাইনিং (Basic lining) বলা হয়।

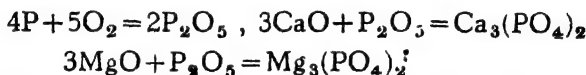
(i) ফসফরাস বিমুক্ত ময়লার জারণ (Oxidation of non-phosphorus impurities) : সবশারি ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে প্রায় 10 টন তপ্ত ও গলিত লোহা চুল্লীতে ঢালা হয় এবং লোহার মধ্যে বায়ু বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয়। এরূপ বায়ু সংযোগে প্রথমে সিলিকন ও ম্যাঙ্গানীজ জারিত হয় এবং ইহারা ম্যাঙ্গানীজ সিলিকেটরূপে ধাতুমলে পরিণত হয়। যথা :



বাত্যা প্রবাহের ফলে একাংশ লোহা আয়রন অক্সাইডে পরিণত হয়।
এরূপ আয়রন অক্সাইড লোহার সঙ্গে মিশ্রিত কার্বনকে কার্বন-মনোক্সাইড-
রূপে জারিত কবিতা দিয়া পুনরায় ধাতব আয়রনে পরিণত হয়। যথা :



(ii) **ফসফরাসযুক্ত ময়লার জারণ (Oxidation of Phosphorus mixed impurities)** : কাস্ট বা পিগ আয়রনে যদি অতিবিক্ত ফসফরাস থাকে তবে প্রথমে তাহা জারিত হইয়া ফসফরাস পেন্টক্সাইডে পরিণত হয়। এই অক্সাইড চুল্লীর ক্ষারীয় লাইনিং অর্থাৎ, চুন ও ম্যাগনেসিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া প্রধানত ক্যালসিয়াম ফসফেট যৌগ গঠন করে। যথা :



এই ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়াম ফসফেট ধাতু মল্লরূপে অপসারিত কবিতা ইহাব চূর্ণ মূল্যবান সাবরূপে ব্যবহার করা হয়।

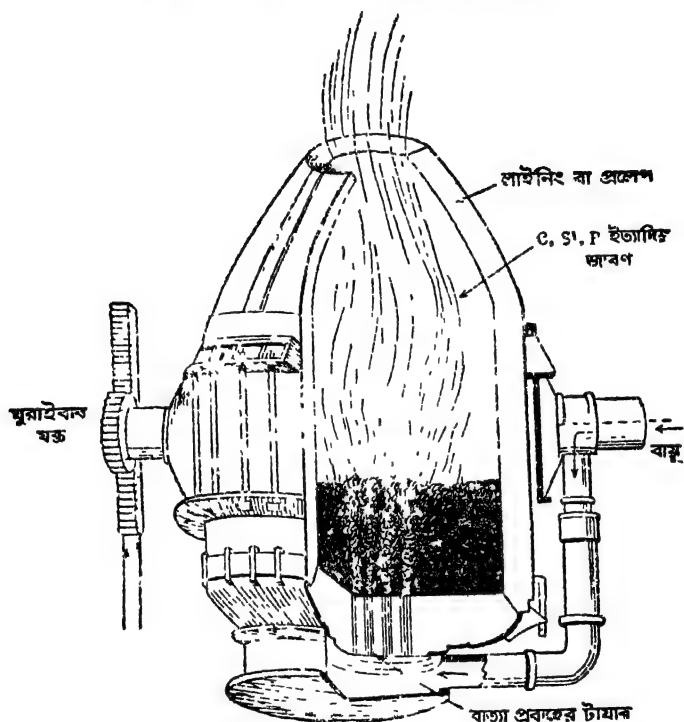
(iii) **ময়লা-মুক্ত আয়রনে কার্বন মিশ্রণ (Mixing of Carbon)** : জারণ ক্রিয়া শেষ হইলে বাত্যা-প্রবাহ বন্ধ কবিতা চুল্লীর মধ্যে নিম্নস্থিত পর্বমাণে স্পাইজেল (spiegel) ঢালা হয়। স্পাইজেল (Fe+Mn+C) লোহা, ম্যাঙ্গানীজ (5-15%) এবং কার্বনের (প্রায় 6%) একটি মিশ্র পদার্থ। বিক্রপ ইম্পাত তৈরী করা হয় তাব উপরে স্পাইজেল সবববাহেব পরিমাণ নির্ভব কবে। বিগলিত লোহাব মধ্যে যদি কোন ফেবাস অক্সাইড অবশিষ্ট থাকে তবে স্পাইজেলের ম্যাঙ্গানীজ তাহা বিজারিত কার্বন আয়রনে পরিণত কবে এবং ইহার কার্বন বিগুদ্ধ লোহাব সঙ্গে মিশিয়া ইম্পাত তৈরী করে। এরূপ কার্বন-মিশ্রণ সম্পন্ন কবার জগ্ন স্পাইজেল মিশাইবার পবেও স্বল্পক্ষণেব জগ্ন চুল্লীর মধ্যে বাত্যা-প্রবাহ চালানো হয়।

বিভিন্ন শিল্প পদ্ধতি

ইম্পাত প্রস্তুত করা হয় প্রধানত **বিসমার পদ্ধতি (Bessemer process)** এবং **সিমেন্স মার্টিন পদ্ধতিতে (Siemens-Martin process)**। হেনরী বিসমার 1856 খ্রিষ্টাব্দে এক বিশেষ ধবনের কনভার্টার চুল্লী (Bessemer converter) আবিষ্কার কবিতা এই পদ্ধতিব প্রবর্তন কবেন। তাপ পুনরুদ্ধাবেব যে-উপায় উইলিয়াম সিমেন্স আবিষ্কার করেন তাহা অবলম্বন কবিতা 1864 খ্রিষ্টাব্দে ফরাণ্সী দেশে মার্টিন ড্রাভুয় বৈভীয পদ্ধতি প্রবর্তন করেন। এই পদ্ধতিতে মুক্ত-কক্ষ (open heart) চুল্লীতে ইম্পাত তৈরী করা হয় বলিয়া এই পদ্ধতিকে মুক্ত-কক্ষ পদ্ধতি (open hearth process) বলা হয়। বৈজ্ঞানিক চুল্লীতে যে ইম্পাত তৈরী করা হয় সেই ইম্পাতকে হলেকট্রিক স্টীল বা ইম্পাত বলা হয়।

1. বিসিয়ার পদ্ধতি (Bessemer Process)

বিসিয়ার পদ্ধতিতে ইস্পাত উৎপাদন করা হয় বিসিয়ার কনভার্টার (Bessemer Converter) নামক চুল্লীতে। বিসিয়ার চুল্লীর আকার বৃহদায়তন ডিম্ব অথবা বাশপাতি কলের স্থায় এবং ইহা উচ্চতায় প্রায় 20 ফুট ও ব্যাসে প্রায় 10 ফুট। একটি মধ্যবর্তী অক্ষকে (axis) কেন্দ্র করিয়া যন্ত্রের সাহায্যে চুল্লীটি ঘুরানো থাকে এবং প্রয়োজন মত ইহাকে কাঁচ করা যায়। চুল্লীর তলায় কষেকটি বায়ু-আগম-নল ফিট করা থাকে এবং নলের মাধ্যমে



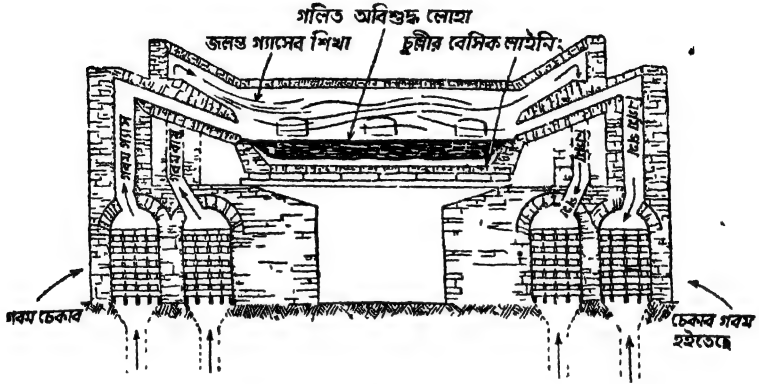
ইস্পাত প্রস্তুতির বিসিয়ার-চুল্লী

লৌহ-পূর্ণ চুল্লীর মধ্যে বায়ু বাতাস-প্রবাহ চালানো হয়। এই চুল্লীর মুখে 6 হইতে 8 মিটার পর্যন্ত নীলাভ শিখায় কার্বন মনোকসাইড জ্বলিতে থাকে এবং এই শিখা বন্ধ হইয়া গেলে জাঙ্গা বায়ু যে জ্বাপন ক্রিয়া শেষ হইয়াছে। তখন মথলা-মুক্ত লোহায় কার্বন মিশ্রিত করিয়া ইস্পাত তৈরী করা হয়। বিসিয়ার চুল্লীতে সিলিকা ছাড়া অ্যাসিড লাইনিং বা লাইম্ দ্বারা বেশিক লাইনিং দেওয়া থাকে।

2. সিমেন্স-মার্টিন বা মুক্ত কক্ষ পদ্ধতি (Siemens-Martin or Open Hearth Process)

সিমেন্স-মার্টিন প্রণালীতে চুল্লীর গহ্বরটি অগভীর, প্রশস্ত ও সমতলভাবে গঠিত হয় বলিয় ইহাকে মুক্তকক্ষ চুল্লী (open hearth) বলা হয়। এরূপ চুল্লীর ছাদ পবাবর্ত চুল্লীর স্থায় নিচু।

এই চুল্লী আষ 1500°C তাপাংকে প্রডিউসাব নামক গ্যাস দ্বারা উত্তপ্ত করা হয়। কাউপার স্টোভের স্ত্যাব একরূপ চুল্লীতে অগ্নিসহা-ইট-দ্বাৰা তৈরী তাপ পুনরুদ্ধারক ব্যবস্থা থাকে। যে-তপ্ত গ্যাস চুল্লী হইতে নির্গত হইয়া যায় তাহা দ্বাৰা তাপ পুনরুদ্ধারকের (heat regenerator) ইট অগ্নিতপ্ত করা হয় এবং এই অগ্নিতপ্ত ইটের সংস্পর্শে গ্যাস চালাইয়া নির্গত গ্যাসের তাপ ব্যবহাব করা হয়। তাপ সংগ্রহের দুইটি বিকল্প ব্যবস্থা থাকে এবং গ্যাসের গতি পরিবর্তিত



ইস্পাত প্রস্তুত কবিবাব মুক্ত-কক্ষ বা ওপেন হার্ব চুল্লী

করিয়া বিকল্প প্রণালীতে একটাব ভিত্তব দিয়া নির্গত গ্যাস চালানো হয় এবং অপরটি ভিত্তব দিয়া আগত গ্যাস চালানো হয়।

বিসিমাৰ চুল্লীর স্ত্যাব ওপেন হার্ব চুল্লীর লাইনিং বা প্রলেপ সিলিকা জাতীৰ অগ্নিসহা ইট দ্বাৰা গঠিত। ইহা অ্যাসিডধর্মী লাইনিং। কিন্তু যদি কসকলগ্যাসের পবিমাণ বেশী থাকে তবে ডলোমাইট বা ম্যাগনেসাইট হইতে তৈরী চুন বা ম্যাগনেসিয়াম দ্বাৰা ক্ষাবধর্মী লাইনিং দেওয়া হয়।

ব্লাস্ট ফার্নেস হইতে সরাসরি কাষ্ট বা পিগ আয়বন ওপেন হার্ব চুল্লীতে ঢালা হয়। এই লোহাব সঙ্গে কিছু রট আয়বন বা পেটা লোহা (scrap iron) ও হিমাটাইট (haematite) মিশ্রিত করা হয়। 1500°C তাপাংকে বিগলিত লোহাব সঙ্গে মিশ্রিত কার্বন হিমাটাইট (Fe_2O_3) কর্তৃক জাবিত হয় এবং ম্যাঙ্গানীজ, সিলিকা ইত্যাদিও বায়ুর সংস্পর্শে জাবিত হইয়া বাতুমলে পবিণত হয়। এই বাতুমল অপসাবিত কবিয়া গলিত লোহাব সঙ্গে নিবস্মিত পবিমাণে স্পাইজেল অর্থাৎ লোহা-ম্যাঙ্গানীজ-কার্বন মিশ্রণ মিশ্রিত কবিয়া ইস্পাত তৈরী করা হয়। একরূপ পদ্ধতিতে ইস্পাত তৈরী কবিতে ৪ হইতে 10 ঘণ্টা সময় লাগে এবং মাঝে মাঝে ইস্পাতের নমুনা পরীক্ষা করা হয়। তৈরীর সঙ্গে সঙ্গে ইস্পাত পবীক্ষাব একরূপ স্হযোগ থাকে বলিযা এই পদ্ধতিতে উৎকৃষ্ট মানের ইস্পাত তৈরী করা সম্ভব হয়।

ওপেন হার্ব প্রণালীতে সময় ও ব্যয় বেশী পড়ে কিন্তু ইস্পাতেব মান হয় উৎকৃষ্টতব। বিসিমাৰ পদ্ধতিতে সময় ও ব্যয় কম পড়ে কিন্তু ইস্পাতেব মান হয় নিকৃষ্ট।

3. বৈদ্যুতিক ইস্পাত (Electric Steel)

যন্ত্রপাতি, ট্রান্সমিশন যন্ত্র ইত্যাদির বিভিন্ন অংশ প্রস্তুত করার জন্য স্বচ্ছ ও মজবুত ধরনের ইস্পাতে প্রয়োজন। এরূপ ইস্পাত তৈরী করা হয় বৈদ্যুতিক চুল্লীতে (Electric furnace)। তাপ নিয়ন্ত্রণ সম্ভব বলিয়া বৈদ্যুতিক চুল্লীতে প্রস্তুত ইস্পাতের গঠন সুনির্দিষ্টভাবে নিয়ন্ত্রিত করা যায়। এই পদ্ধতিতে বিশেষ কার্যকাবিতার সঙ্গে ইস্পাত হইতে গন্ধক অপসারণ করাও সম্ভবপর।

এরূপ বৈদ্যুতিক পদ্ধতিতে বিশুদ্ধ ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) ব্যবহার করিয়া প্রথম পর্যায়ে ইস্পাতে মিশ্রিত অবাস্তবীয় ফসফরাস ধাতুমল (slag) রূপে অপসারিত করা হয়।

দ্বিতীয় পর্যায়ে ধাতুমল প্রস্তুতকারী ফেরিক অক্সাইড অপসারিত করিয়া ইস্পাতে চুন ও কোক (lime and coke) মিশ্রিত করা হয়। ইহাতে ক্ষারকীয় ক্যালসিয়াম জাতীয় ধাতুমল তৈরী করা হয়। এরূপ বিক্রিয়ার সময় উচ্চতাপে ইস্পাত বিগলিত অবস্থায় বাধা হয় এবং যদি কোন ফেরিক অক্সাইড অবশিষ্ট থাকে তাহা ধাতুমল দ্বারা ধাতব লোহারূপে বিজারিত হয় এবং ইস্পাত মিশ্রিত সালফার বা গন্ধক ক্যালসিয়াম সালফাইড (CaS) রূপে মিশিয়া যায়।

বৈদ্যুতিক চুল্লীতে ইস্পাত তৈরী করার সময় বাত্যা প্রবাহের প্রয়োজন হয় না বলিয়া এরূপ ইস্পাত ফেরিক অক্সাইড ও অন্তর্গত (occluded) গ্যাসবিহীন হইতে মুক্ত থাকে। বৈদ্যুতিক চুল্লীতে প্রধানত উচ্চমানের ইস্পাত সংকর (alloy steel) তৈরী করা হয়। উচ্চ তাপাঙ্কে প্রস্তুত করা হয় বলিয়া এরূপ ইস্পাত বহুলাংশে সমন্বয়ভাবে গঠিত।

4. ক্রুসিবল ইস্পাত (Crucible Steel)

পেটালোহাব সঙ্গে পবিত্রিত কার্বন মিশ্রিত করিয়া অগ্নিসহ্য ধাতুর তৈরী মুছির মধ্যে বিগলিত করিয়া এরূপ ইস্পাত তৈরী করা হয়। ব্লেড, ফাইল ও মিস্ত্রির যন্ত্রপাতি ইহা দ্বারা নির্মিত হয়।

প্রাক-সংকররূপে ইস্পাতের ব্যবহার

(Use of Alloy Steel)

বিভিন্ন যন্ত্রপাতি নির্মাণে ইস্পাতের চেয়ে ইস্পাত সংকর (alloy steel) বেশি কার্যকরী। ইস্পাতের সঙ্গে বিভিন্ন অল্পপাতে ম্যাঙ্গানীজ, সিলিকন, নিকেল ক্রোমিয়াম, টাংস্টেন ইত্যাদি মিশ্রিত করিয়া ইস্পাত-সংকর তৈরী করা হয়।

(i) ম্যাঙ্গানীজ স্টীল : এইরূপ ইস্পাতে 10—15 % ম্যাঙ্গানীজ মিশ্রিত

থাকে। ইহা রেল, সিন্দুক, সৈনিকের হেলমেট ইত্যাদি তৈরী করার জন্য এবং এরূপ ইস্পাত অত্যন্ত কঠিন বলিয়া পেষণ ও পালিশ-যন্ত্র নির্মাণের জন্য ব্যবহার করা হয়।

(ii) সিলিকন স্টীল : এরূপ ইস্পাতে 5% সিলিকন মিশ্রিত থাকে। এরূপ ইস্পাত প্রধানত বিদ্যুৎ-যন্ত্র তৈরী করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

(iii) ক্রোমিয়াম স্টীল : এরূপ ইস্পাতে প্রায় 15% ক্রোমিয়াম মিশ্রিত থাকে। ইহা দ্বারা রাসায়নিক প্রাক্ট, মোটরের যন্ত্রপাতি, কাটা-চামচ ইত্যাদি তৈরী করা হয়। ক্রোমিয়াম (14%), নিকেল (0.7%), কার্বন (0.3%) এবং বাকী আয়রন দ্বারা গঠিত ইস্পাতকে কলংকহীন (Stainless steel) বলা হয়। ইহাতে মরিচা পড়ে না।

(iv) নিকেল স্টীল : এরূপ ইস্পাতে বিভিন্ন অনুপাতে নিকেল ব্যবহৃত করা হয়। নিকেল ইস্পাত দ্বারা বেলগাড়ী, মোটর, যুদ্ধ জাহাজ, সামরিক যন্ত্রপাতি, গ্যাস-প্রাক্ট ইত্যাদি তৈরী হয়।

(v) ক্রোম-টাংস্টেন স্টীল : এরূপ ইস্পাতে 2—6% ক্রোমিয়াম ও 10—20% টাংস্টেন থাকে। ক্রোম-টাংস্টেন ইস্পাত এত কঠিন যে লাল-তপ্ত অবস্থায়ও ইহা নবম হয় না। ইহাতে কাটিবার এবং ছিদ্র করিবার যন্ত্রপাতি তৈরী করা হয়।

(vi) হাইস্পিড-টুল স্টীল : এরূপ ইস্পাত লোহার সঙ্গে টাংস্টেন, মলিবডেনাম বা ভেনেডিয়াম থাকে। ইহা অত্যন্ত কঠিন। পাথর বা ইস্পাত কাটার জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

এরূপ ইস্পাত বাতীত ভ্যানিডিয়াম, মলিবডেনাম ইত্যাদি ধাতু মিশ্রিত করিয়াও বিভিন্ন ধরনের ইস্পাত তৈরী করা হয়।

ইস্পাতের গঠন ও পানদান

(Composition and tempering of Steel)

ইস্পাতের প্রকৃতি নির্ভর করে ইহার মধ্যে (i) কার্বনের পরিমাণ এবং (ii) ইস্পাতের পানদানের (tempering) উপরে। ইস্পাতে কার্বনের পরিমাণ যত বাড়ে দৃঢ়তা তত বাড়ে কিন্তু নমনীয়তা হ্রাস পায় এবং ভঙ্গুরতা বৃদ্ধি পায়। নমনীয় ইস্পাতে (soft steel) কার্বনের পরিমাণ 0.08—0.18%, মাঝারি রকমের কঠিন ইস্পাতে (medium hard) কার্বনের পরিমাণ 0.65—0.85% এবং কঠিন ইস্পাতে (hard steel) কার্বনের পরিমাণ 1—1.2% থাকে।

ইম্পাতের পানদান (Tempering of Steel) : ইম্পাতকে লাল-তপ্ত কবিতা গরম কবিতার পবে, তৎক্ষণাৎ জলে বা তেলে ডুবাইয়া ঠাণ্ডা করিলে ইম্পাত কঠিন হইয়া যায় এবং কাচের ছায়া ভঙ্গুরতা লাভ করে। এরূপ ইম্পাতকে বলা হয় তৃষ্ণা-তৃপ্ত বা কঠিন ইম্পাত (quenched বা hardened steel)। এই ইম্পাতকে আবার নিম্ন তাপাংকে (200°C – 350°C) উত্তপ্ত করিলে ইম্পাতের ভঙ্গুরতা দূব হয় এবং পুনরায় দৃঢ়তা লাভ করে।

লাল তপ্ত ইম্পাত জলে বা তেলে দ্রুত ঠাণ্ডা করার পরে আবার নিম্ন তাপাংকে (200°C – 350°C) উত্তপ্ত করিয়া স্নদৃঢ় করিবার প্রণালীকে বলা হয় ইম্পাতের পানদান (tempering of steel)।

বিভিন্ন প্রয়োজনে ব্যবহৃত ইম্পাত বিভিন্ন তাপমাত্রায় উত্তপ্ত অর্থাৎ, পানদান (tempering) করা হয় এবং এরূপ উত্তাপের ফলে ইম্পাতের বর্ণ পরিবর্তিত হয়। যথা :

পানদানের তাপাংক	ইম্পাত	ব্যবহার
230°C	: হালকা হলুদ	: ক্ষুব্ধ ব্রেড
255°C	: বাদামী হলুদ	: ছবি, কাঁচি
288°C	: বেগুনি	: ঘড়ির স্প্রিং, তরবারী
300°C	: ঘন নীল	: কবাত, স্প্রিং, ঘষণ যন্ত্র

তিন শ্রেণীর লোহার তুলনা

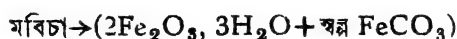
ধর্ম	কাষ্ট আয়রন	ইম্পাত	রট আয়রন
1. কার্বনের পরিমাণ	15—5%	25—15%	0.15—0.25%
2. গলনাংক	1200°C	$1200-1400^{\circ}\text{C}$	1500°C
3. নমনীয়তা বা ভঙ্গুরতা	ভঙ্গুর, ঢালাই চলে পাত তৈরী করা যায় না।	নমনীয় ও পানদানের পূর্বে ভঙ্গুর, পাত তৈরী করা যায়।	নমনীয় ও ভঙ্গুর নয়, পাত ও তাব তৈরী করা যায়।
4. কাঠিন্য	কঠিন	কঠিন ও নরম	নরম
5. গঠনাকৃতি	ক্ষটিকাকর,	ক্ষটিকাকর	তন্তুর আকৃতি,
6. পানদান	পান দেওয়া যায় না।	পান দেওয়া যায়।	পান দেওয়া যায় না।

ধর্ম	কাস্ট আয়রন	ইস্পাত	রট আয়রন
7 জোড়া দেওয়া	জোড়া লাগানো যায় না।	জোড়া লাগানো যায়।	জোড়া লাগানো যায় না।
8. চুম্বক-ধর্ম	স্থায়ী চুম্বক তৈরী করা যায় না।	স্থায়ী চুম্বক তৈরী করা যায়।	স্থায়ী চুম্বক তৈরী করা যায় না।
9. ব্যবহার	ঢালাই করার কাজ এবং ইস্পাত ও রট আয়রন তৈরীর কাজে ও তড়িৎচুম্বক প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।	বেল, মোটর যন্ত্রমান, মেশিনারী যুদ্ধের সামগ্রী, ডাক্তারীর যন্ত্রপাতি, চুম্বক তৈরী—বস্তুত লোহাব অধিকাংশ ব্যবহার ইস্পাতে এবং ইস্পাতে উৎপাদনই সেরা সবচেয়ে বেশী।	বৈদ্যুতিক ও চুম্বকের যন্ত্রপাতি, সাধারণ তাব, বাগযন্ত্রের তাব শিকল প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

লোহার মরিচা পড়া

(Rusting of Iron)

মরিচা (Rust) : জল ও বায়ুর সংস্পর্শে সাধারণ লোহার উপরে মরিচা পড়ে। মরিচা খুব সম্ভবত অক্সিজেন কার্বনেটসহ অর্ধ ফেরিক অক্সাইড। যথা :

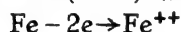


মরিচা পড়ার কারণ সম্বন্ধে বিজ্ঞানীমহল এখনও সম্পূর্ণরূপে একমত হইতে পারেন নাই। মরিচা পড়ার জন্য লোহাব সংস্পর্শে জল ও অক্সিজেনের প্রয়োজন। কিন্তু শুধু অক্সিজেন-সম্পৃক্ত পানিতে জলে লোহা ডুবাইয়া রাখিলে মরিচা পড়ে না। মরিচাব জল মধ্য দ্রবীভূত কার্বন ডাই-অক্সাইড বা ক্লোরাইড লবণ প্রয়োজন। সুতরাং বলা যায়, মরিচা পড়ার জন্য—(i) জল, (ii) অক্সিজেন (iii) জলে দ্রবীভূত কার্বনেট (CO_3) আয়ন বা ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন প্রয়োজন। লোহাব বিশুদ্ধতার উপরও

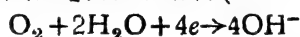
মরিচা পড়া অনেকাংশে নির্ভরশীল। লোহার মধ্যে অল্প খাতু মিশ্রিত থাকিলে এবং জলে অ্যাসিড মূলকের আয়ন বর্তমান থাকিলে তবে মরিচা পড়ে।

মরিচার তড়িৎ-রাসায়নিক পদ্ধতি (Electro-chemical process of rusting) : আধুনিক মতবাদ অনুযায়ী মরিচা (rust) গঠিত হয় তড়িৎ-রাসায়নিক পদ্ধতিতে (Electro-chemical process)। ইম্পাতের স্থানে স্থানে ক্ষুদ্র বৃত্তে (short circuit) তড়িৎ-বিশ্লেষণ ক্রিয়া ঘটে। ইম্পাতের বিচ্ছিন্ন অংশে আয়রন অক্সাইড কণা বা অল্প পদার্থ মিশ্রিত কণা এক্ষণে তড়িৎ-বিশ্লেষণ ক্রিয়ায় অ্যানোড বা পজিটিভ তড়িদৃষ্টাব্যে কাজ করে এবং বিপুল ইম্পাত কণা গঠন কবে ক্যাথোড বা নেগেটিভ তড়িদৃষ্টাব্য। ইম্পাতের উপরে পাতলা পদার্থের আন্তরীণ (moisture film) ক্যাবন ডাই-অক্সাইড-মিশ্রিত-বাষ্প ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) তড়িৎ-বিশ্লেষণ ক্রিয়ায় ইলেকট্রোলাইটের কাজ করে।

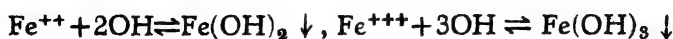
ইম্পাতের উপরে লোহা অক্সাইড-পর্দা-সংলগ্ন আয়রন হইতে ইলেকট্রন নির্গত হইয়া আয়রন-আয়ন (Fe^{++}) গঠিত হয়। যথা :



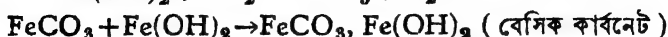
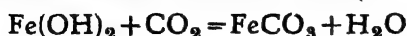
এই ইলেকট্রন ইম্পাতের দেহে প্রবাহিত হইয়া ক্যাথোডের দিকে ধাবিত হয়। ক্যাথোড এলাকায় বায়ুর অক্সিজেন পরমাণু বাষ্পের সংযোগে এই ইলেকট্রন গ্রহণ করিয়া হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) গঠন কবে। যথা :



ফেরাস আয়ন (Fe^{++}) ইম্পাতের উপরে আন্তরীণ বাষ্পীয় পর্দা ভিত্তে দিয়া ক্যাথোডের দিকে ধাবিত হয় এবং বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জাবিত হইয়া আংশিকভাবে ফেরিক আয়নে (Fe^{+++}) পরিণত হয়। অপর দিকে ক্যাথোড হইতে হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) অ্যানোডের দিকে ধাবিত হয়। মধ্যপথে এক্ষণে বিপরীতধর্মী আয়নের বিক্রিয়ায় ফেরাস ও ফেরিক হাইড্রোক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। যথা :

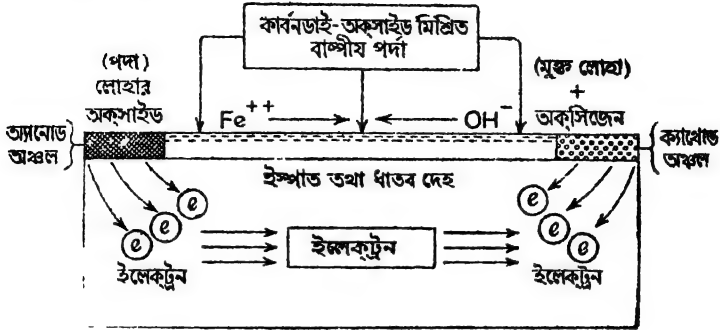


বায়ুর কার্বন ডাই-অক্সাইডের সংযোগে এই আয়রন হাইড্রোক্সাইড ফেরাস কার্বনেট বা বেসিক ফেরাস কার্বনেটে পরিণত হয়। যথা :



এই ফেরাস কার্বনেট বা বেসিক ফেরাস কার্বনেটই মরিচার বিন্দু

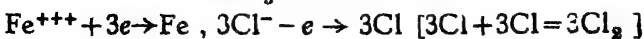
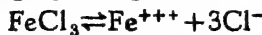
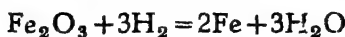
বা কেন্দ্র। এরূপ মরিচাকে কেন্দ্র করিয়া আরও নূতন নূতন তড়িৎ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং নূতন মরিচা পড়ে।



মরিচা তড়িৎ-রাসায়নিক পদ্ধতি.

মরিচা নিবারণের উপায় (Prevention of rusting) : মরিচা পড়া হইতে লোহা রক্ষা করা যায়, (i) ঘন রঙ (pigment) দ্বারা লোহাব উপবে প্রলেপ দিয়া বায়ু ও জলের সংস্পর্শ রোধ করিয়া, (ii) জিংক, গীন বা সীসা দ্বারা লোহার উপবে প্রলেপ দিয়া তথা, লেপন বা গ্যালভেনাইজ করিয়া (iii) লোহাব উপবে বং, ভার্নিস, আলকাতা বা, পিচ ইত্যাদির প্রলেপ (coating of paints, varnishes, coal tar, asphalt) দিয়া, (iv) বাষ্পের মধ্যে লোহাকে লাল তপ্ত করিয়া উহা উপরে অক্সাইডের পাতলা প্রলেপ ফেলিয়া, (v) অল্প ধাতু দ্বারা লোহাব উপবে প্রলেপ দিয়া তথা ইলেকট্রো-প্লেটিং করিয়া এবং (vi) ক্রোমিয়াম, নিকেল, সিলিকন, কপার ইত্যাদি ধাতু ব সম্মে ইস্পাত-সংকব গঠন করিয়া, (vii) লোহার উপরে জিংক, অ্যালুমিনিয়াম সিলিকন ইত্যাদি ধাতু ব চূর্ণ ছড়াইয়া এবং তাপ ও চাপের সাহায্যে এই ধাতু চূর্ণকে প্রলেপে পরিণত করিয়া এবং (viii) তামাব পাতে আবরিত করিয়া সেই লোহাকে চাপ ও তাপে বোল (roll) করিয়া।

বিশুদ্ধ লোহা (Pure Iron) : বিশুদ্ধ ফেরিক অক্সাইডকে 1000°C তাপাংকে হাইড্রোজেন দ্বারা বিজাবিত করিয়া অথবা বিশুদ্ধ ফেরিক ক্লোরাইড (FeCl_3) দ্রব তড়িৎবিশ্লেষণ করিয়া বিশুদ্ধ লোহা তৈরী করা যায়। রাসায়নিক গবেষণার মূল্য ব্যতীত বিশুদ্ধ লোহার কোন ব্যবহারিক মূল্য নাই।



লোহার সাধারণ ধর্ম

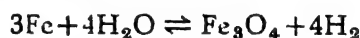
ভৌত ধর্ম (Physical properties) : (i) বিশুদ্ধ লোহা দেখিতে সাদা।

(ii) ইহা নমনীয় ও প্রসাবশীল এবং তন্তুর (fibrous) আকারে গঠিত।

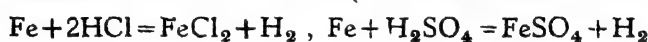
(iii) ইহার চুম্বক ধর্ম বর্তমান। (iv) ইহার ঘনত্ব 7.85, গলনাং 1533°C এবং ফুটনাং 3000°C.

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : (i) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air)—বিশুদ্ধ বায়ু লোহার উপরে বিকাবহীন। আর্দ্র বায়ুতে লোহাব উপরে মরিচা (rust) পড়ে। অগ্নি-তপ্ত লোহা অক্সিজেনের মধ্যে ক্ষুদ্র ছড়াইয়া দগ্ধ হয় এবং ফেবেসোফেবিক বা ম্যাগনেটিক অক্সাইড (Fe_3O_4) গঠন করে। যথা : $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4$

(ii) জলের ক্রিয়া (Action of water) : লাল তপ্ত লোহার সঙ্গে জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়া ঘটে এবং ফেবেসো-ফেবিক বা চৌম্বিক অক্সাইড ও হাইড্রোজেন তৈরী হয়। যথা :



(iii) অ্যাসিডের ক্রিয়া (Action of acid) : লঘু হাইড্রোক্লোরিক ও সালফিউরিক অ্যাসিড (dil. HCl ও H_2SO_4) লোহাব সঙ্গে বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে এবং হালকা সবুজ বর্ণের ফেবাস লবণ গঠন করে। যথা :



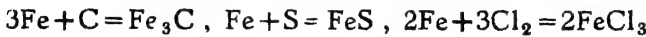
লোহার উপরে নাইট্রিক অ্যাসিডের কোন বিক্রিয়া নাই।

(iv) নিষ্ক্রিয় বা প্যাসিভ লোহা (Passive iron) : ধূমায়মান বা ঘন নাইট্রিক অ্যাসিডে ডুবাইলে লোহা নিষ্ক্রিয় হইয়া যায়। এরূপ লোহার সঙ্গে লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা সালফিউরিক অ্যাসিডের (dil. HCl বা H_2SO_4) কোন বিক্রিয়া ঘটে না। এরূপ লোহা কপার সালফেট (CuSO_4) হইতে কপার প্রতিস্থাপনেও অক্ষম। ইহাই কাবণ, নাইট্রিক অ্যাসিডে ডুবাইলে লোহার গায়ে ফেবিক অক্সাইড (Fe_2O_3) গঠিত হয় এবং ইহা পাতলা পর্দার আবরণরূপে রাসায়নিক বিক্রিয়া হইতে লোহাকে রক্ষা করে। নিষ্ক্রিয় লোহা আঁচড়াইয়া দিলে অথবা হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে অথবা সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে ডুবাইয়া কোন সক্রিয় লোহা দ্বারা স্পর্শ করিলে নিষ্ক্রিয় লোহা আবার সক্রিয় হইয়া ওঠে। ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) নিষ্ক্রিয়তা দূর করে।

(v) ক্ষারের ক্রিয়া (Action of alkali) : লোহার উপরে ক্ষারের বিক্রিয়া ঘটে না।

(vi) কপার প্রতিস্থাপন (Copper displacement) : লোহা কপার সালফেট দ্রবণ হইতে কপার প্রতিস্থাপন করে। কাবণ, লোহা কপার হইতে উচ্চস্তরের ইলেকট্রো-পজিটিভ ধাতু। $2AgNO_3 + Fe = Fe(NO_3)_2 + Ag \downarrow$
 যথা : $Fe + CuSO_4 = Cu \downarrow + FeSO_4$
 $Fe + Pb(NO_3)_2 = Pb \downarrow + Fe(NO_3)_2$

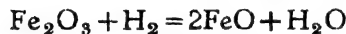
(vii) অন্যান্য মৌলের সহিত ক্রিয়া (Reaction with other elements) : কার্বন, সালফার ও ক্লোরিনের সঙ্গে তপ্ত অবস্থায় প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হইয়া আয়রন কাব্বাইড (Fe_3C), ফেবাস সালফাইড (FeS) এবং ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$) গঠন করে।



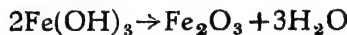
লোহার যৌগসমূহ

লোহার যোজ্যতা দুই ও তিন। তাই, লোহা, দুই শ্রেণীর যৌগ গঠন করে। দুই যোজ্যতাব যৌগকে 'ফেবাস' এবং তিন যোজ্যতাব যৌগকে 'ফেরিক' যৌগ বলা হয়।

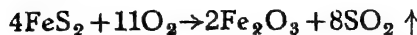
1. আয়রন অক্সাইড : (ক) $300^\circ C$ তাপাংকে H_2 দ্বারা ফেরিক অক্সাইড বিজারণে ফেবাস অক্সাইড (FeO) গঠনে বিক্রিয়া :



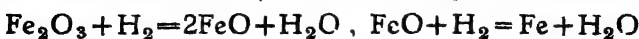
(খ) ফেরিক অক্সাইড (Ferric-oxide— Fe_2O_3) : প্রকৃতিতে হিমাটাইট ও লিমোনাইট রূপে ইহা পাওয়া যায়। ফেবিক হাইড্রক্সাইড, ফেরিক ও ফেবাস সালফেট সতর্কভাবে বায়ুতে উত্তপ্ত করিয়া ফেবিক অক্সাইড তৈরী করা যায়। যথা :



প্রাকৃতিক আয়রন পিবাইটিস তাপজীবিত (roasting) করিয়াও ফেবিক অক্সাইড তৈরী করা যায়। যথা :



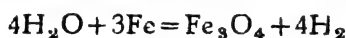
হাইড্রোজেন বা কাবন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত করিলে ফেরিক অক্সাইড প্রথমে আয়রন মনোক্সাইড এবং পরে ধাতুতে পরিণত হয়। যথা :



650°C তাপাংকেব উপরে ইহা প্রস্তুত করিলে ফেরিক অক্সাইড অ্যাসিডে অম্লবণীয়, কিন্তু নিম্ন তাপাংকে প্রস্তুত করা হইলে অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ইহা ফেরিক লবণ গঠন করে।

ব্যবহার (Uses of Ferric oxide) : ফেরিক অক্সাইড দেখিতে লাল। ইহা রক্ত রূপে, সোনা ও রূপার জিনিসপত্র পালিশ করার জন্য এবং রং (pigment) হিসাবে ব্যবহার করা হয়। সালফিউবিক অ্যাসিড উৎপাদনে অন্ত্যটকরূপেও ইহা ব্যবহার করা হয়।

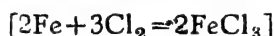
(গ) চৌম্বক বা ফেরেসো-ফেরিক অক্সাইড (Fe_3O_4) বা (FeO , Fe_2O_3) জলীয় বাষ্পেব সঙ্গে লাল তথ্য লোহাব বিক্রিয়ায় তৈরী হয়। যথা :.



2. **আয়রন হাইড্রক্সাইড :** যে কোন ফেবাস ও ফেরিক লবণেব সঙ্গে ক্ষারের বিক্রিয়ায় $Fe(OH)_2$ এবং $Fe(OH)_3$ গঠিত হয়।



3 **আয়রন ক্লোরাইড :** লোহা এবং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় তৈরী হয় ফেবাস ক্লোরাইড ($FeCl_2$) এবং আয়রন ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় গঠিত হয় ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$)



4. **ফেরাস সালফেট** [$FeSO_4 \cdot 7H_2O$] : ইহাকে সবুজ ভিট্রিয়ল (green vetriol) বলা হয়। সালফিউবিক অ্যাসিড ও লোহাব বিক্রিয়ায় ফেরাস সালফেট ($FeSO_4$) গঠিত হয়। [$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$]। ইহা কালী ও ৮° তৈরী করার জন্য, স্মৃতিশিল্পে রঙের কাজে ও ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়। সালফিউবিক অ্যাসিডেব মধ্যে ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) জবীভূত করিয়া ফেরিক সালফেট [$Fe_2(SO_4)_3$] গঠন করা যায়।

5. **আয়রন নাইট্রেট :** ফেবাস সালফেট ও বেরিয়াম নাইট্রেটের বিক্রিয়ায় ফেরাস নাইট্রেট [$Fe(NO_3)_2$] গঠিত হয়। ফেরিক নাইট্রেট [$Fe(NO_3)_3$] গঠিত হয় ফেরিক অক্সাইড ও নাইট্রিক অ্যাসিডের ($Fe_2O_3 + HNO_3$) বিক্রিয়ায়।

6. **আয়রন কার্বনেট :** ফেরাস সালফেটেব সঙ্গে 150°C তাপাংকে সোডিয়াম বাই-কার্বনেটের বিক্রিয়ায় ফেরাস কার্বনেট ($FeCO_3$) গঠিত হয়। ফেরিক কার্বনেট অজ্ঞাত।

প্রাকৃতিক আকরিক হইতে লোহার যৌগ গঠন

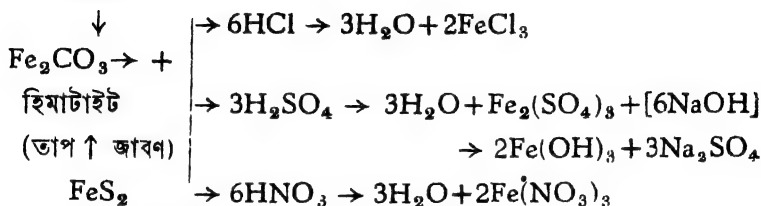
(Iron compounds from natural ore)

(i) লোহার তিনযোজী ফেরিক যৌগ :

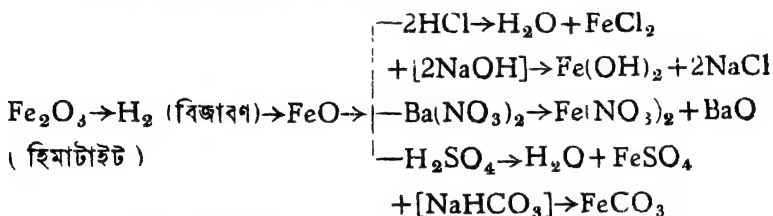


(স্প্যাথোজ)

তাপ



(ii) লোহার দুইযোজী ফেরাস যৌগ :



আয়রনের সনাক্তকরণ (Test or Identification) ; (i) সোডিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে লোহাব যে-কোন যৌগ মিশ্রিত করিয়া অঙ্গাব পিণ্ডের গতে রাখিয়া ফুৎ-নলেব সাহায্যে বুনসেন দীপের বিজাবণ শিখায় উত্তপ্ত করিলে একরকম বাদামী-কালো আন্তবণ তৈরী হয়। ইহা চুম্বক দ্বারা আকর্ষিত হয়।

(ii) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড $[\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6]$ নামের একপ্রকার দ্রবণ মিশাইলে ঘন নীলবর্ণের (প্রুশিয়ান ব্লু) অধঃক্ষেপ পড়ে। কিন্তু ফেরাস ক্লোরাইডে পটাসিয়াম ফেরোসায়ানাইড $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ মিশাইলে ঘন নীল (টার্নবুল ব্লু) অধঃক্ষেপ পড়ে।

(iii) ফেরিক ক্লোরাইড দ্রবণে অ্যামোনিয়াম থাইওসায়ানেট নামের (NH_4CNS) একপ্রকার যৌগ মিশাইলে গাঢ় লালবর্ণ তৈরী হয়। কিন্তু ফেরাস দ্রবণে এরূপ লালবর্ণের দ্রবণ তৈরী হয় না।

Questions to be discussed

1. What are the important ores of iron ? How would you extract cast iron from its ore ? Give a sketch of the blast furnace.

2. Give an outline of simple reaction involved in the preparation of cast iron in the blast furnace. What are the impurities found in cast iron ? What are uses of cast iron ? Discuss the functions of coke and lime stone. Give equations.

[*H. S. (comp.) 1963*]

3. How is wrought iron prepared ? (*H. S. 1962*) State the chemical principle only. What are the uses of wrought iron ?

4. What is steel ? How is steel prepared ? State the chemical principle involved. If phosphorus is present in the pig iron what type of furnace lining should be used ? What are the uses of steel ?

5. What is the cause of different properties of cast iron, wrought iron and steel ? What do you understand by tempering of iron ?

6. What is rusting of iron ? How can rusting be prevented ? What is Ferric oxide ? How can you prepare it ? What are its uses ?

7. What are the reaction of—(i) air, (ii) water, (iii) nitric acid, (vi) conc H_2SO_4 and (v) chlorine on iron ?

8. Write short notes, on—(i) magnetic iron, (ii) rouge, (iii) galvanization of iron, [*H. S. 1961 (comp), 1962*] (iv) passive iron, and (v) speigel, (vi) tempering of iron, (vii) Rusting of iron (*H. S. 1962*).

9. How would you prepare malleable iron and steel from cast iron. State the chemical principle only.

10. Name the raw materials used in the blast furnace for extraction of Pig iron. Give a brief description of the reactions and explain them with the help of simple reactions.

[*H. S. Exam. 1960*]

11. Give a neat sketch of the blast furnace used in the extraction of iron, and describe how the process is carried out. Why is limestone added ? Give equations for the reactions which take place in the blast furnace.

[*H. S. Exam. 1961*]

12. What is rust ? How is it formed ? How can you prevent it ?
[*H. S. Exam. 1964*]

13. Describe briefly the preparation of steel. [*H. S. 1962*]

14. Describe preparation, properties and use of Ferric chloride. What happens when iron filings are added to copper sulphate solution ?
[*H. S. (comp.) 1962*]

15. Give a comparative statement of the physical properties and compositions of cast iron, wrought iron and steel. State their uses. Describe how steel is prepared from cast iron. Name the elements besides iron and carbon present in steel.

[*H. S. (comp) 1964*]

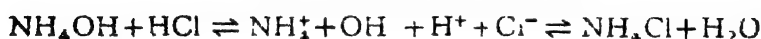
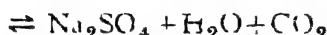
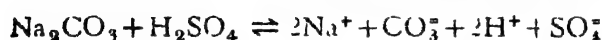
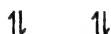
পরীক্ষা : একটি বিকারে 25 c. c. লবু কঠিক সোডা (NaOH) দ্রবণ লও। একটি ব্যুরেট লবু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড (HCl) দ্বারা পূর্ণ কর। লবু বাধ, অ্যাসিডের সমতল ঘেন ব্যুরেটের নির্দিষ্ট দাগের সঙ্গে সমান্তরাল থাকে। বীকারের কঠিক সোডা (NaOH) দ্রবণে দু-এক ফোঁটা লিটমাস দ্রবণ ফেল। লিটমাসের সংস্পর্শে ক্ষারীয় কঠিক সোডা (NaOH) দ্রবণ নীল হইয়া যাইবে। এখন ব্যুরেটের ছিপি নিয়ন্ত্রিত করিয়া বীকারের ক্ষাব দ্রবণে ফোঁটা ফোঁটা অ্যাসিড ফেল এবং কাচের শলা দ্বারা ক্রমাগত ক্ষার দ্রবণ নাড়িয়া দাও। দেখিবে, কিছুক্ষণ ফোঁটা ফোঁটা করিয়া অ্যাসিড ফেলিবার ফলে এক সময়ে ক্ষার (NaOH) দ্রবণের নীল রঙ বেগুনী হইয়া গেল। এই বেগুনী দ্রবণে আব এক ফোঁটা অ্যাসিড (HCl) ফেলিলে দ্রবণের রঙ লাল হইয়া যাবে এবং এক ফোঁটা অতিরিক্ত কঠিক সোডা বা ক্ষাব (NaOH) দ্রবণ মিশাইলে বেগুনী রঙ আবার নীল হইয়া যাইবে।

এরূপ পরীক্ষায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড ক্ষাবের পরস্পরিক বিক্রিয়ায় লবণ ও জল তৈরী হইয়াছে। যথা : $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, অর্থাৎ, বীকারের তরলের মধ্যে এখন অ্যাসিড নাই, ক্ষারও নাই,—আছে শুধু অ্যাসিড বা ক্ষার-ধর্মহীন সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লবণ ও জল (H_2O) ; লবণ ও জলের দ্বারা নিবপেক্ষ দ্রবণের সংস্পর্শে লিটমাস দ্রবণের রঙ হয় বেগুনী। এক ফোঁটা অতিরিক্ত অ্যাসিড ফেলিলে দ্রবণে কিছুটা অ্যাসিড উদ্ভূত হয়। তাই দ্রবণের বর্ণ হয় লাল। অ্যাসিডের বহুলে যদি এক ফোঁটা ক্ষাব মিশানো যায় তলে দ্রবণে কিছুটা ক্ষার উদ্ভূত হয়। তাই দ্রবণের রঙ হয় নীল।

প্রশমন ক্রিয়া বা নিউট্রেলিজেশন (Neutralisation) : অ্যাসিড দ্বারা ক্ষার বা অ্যালকালিকে অথবা ক্ষার বা অ্যালকালি দ্বারা

অ্যাসিডকে প্রশমিত বা নিরপেক্ষ তথা, লবণ ও জলে পরিণত করার বিক্রিয়াকে বলা হয় প্রশমন বা নিউট্রেলিজেশন। এরূপ প্রশমন বিক্রিয়ার রাসায়নিক অর্থ অ্যাসিডের হাইড্রোজেনের (H) সঙ্গে ক্ষারকের বা ক্ষারের অক্সিজেন (O) বা হাইড্রোক্সিল (OH) মূলকের সংযোগে লবণ ও জল গঠন।

প্রশমন বিক্রিয়ার আয়নীয় সংজ্ঞা (Ionic definition of neutralisation) : আয়নীয় তত্ত্ব (Ionic theory অনুযায়ী অ্যাসিডের হাইড্রোজেন আয়নের (H⁺) সঙ্গে ক্ষারের হাইড্রোক্সিল আয়নের (OH⁻) সংযোগে জলের (H₂O) অবিয়োজিত (undissociated) অণু গঠন পদ্ধতিকে প্রশমন ক্রিয়া বলা হয়।



অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি বা অ্যাসিডিমেট্রি ও অ্যালকালিমেট্রি

(Acidimetry and Alkalimetry)

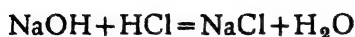
হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ও কষ্টিক সোডার প্রশমনের উল্লিখিত পরীক্ষার সাহায্যে যদি ক্ষারের মাত্রা বা শক্তি (strength) জানা থাকে তবে অ্যাসিডের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়, অথবা যদি অ্যাসিডের শক্তি বা মাত্রা জানা থাকে তবে ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়।

মনে কর, 15 c.c 5% কষ্টিক সোডা দ্রবণ 10 c.c. অজ্ঞাত মাত্রার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রশমিত করিয়াছে। 5% মাত্রার কষ্টিক সোডা দ্রবণের অর্থ :

100 c.c. কৃত্রিক সোডা দ্রবণে আছে 5 গ্রাম NaOH

∴ 15 c.c. আছে $\frac{1}{10} \times 15 = \frac{3}{2}$ গ্রাম NaOH ;

বিক্রিয়া অনুযায়ী :



NaOH = (23 + 16 + 1) = 40, HCl = (1 + 35.5) = 36.5

অর্থাৎ 40 গ্রাম NaOH প্রশমিত হবে 36.5 গ্রাম HCl

∴ $\frac{3}{2}$ গ্রাম $\frac{36.5}{40} \times \frac{3}{2} = 1.36875$ গ্রাম HCl

15 c.c NaOH প্রশমিত করিয়াছে 10 c.c. HCl

সুতরাং 10 c.c. HCl অ্যাসিডে আছে 1.36875 গ্রাম HCl

∴ 100 c.c $\frac{1.36875}{10} \times 100$ গ্রাম HCl
= 13.6875 গ্রাম HCl

অর্থাৎ, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি = 13.6875%

একই ভাবে অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি জানিয়া কারের অজ্ঞাত মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায়।

অম্লমিতি (Acidimetry) : যথাযোগ্য নির্দেশকের উপস্থিতিতে যে পদ্ধতিতে জ্ঞাত শক্তি বা মাত্রার অ্যাসিড দ্বারা অজ্ঞাত মাত্রার ক্ষার বা অ্যালকালিকে প্রশমিত করিয়া সেই ক্ষারের মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায় তাহাকে বলা হয় অম্লমিতি বা অ্যাসিডিমেট্রি।

ক্ষারমিতি (Alkalimetry) : যথাযোগ্য নির্দেশকের উপস্থিতিতে যে-পদ্ধতিকে জ্ঞাত মাত্রা বা শক্তির ক্ষার বা অ্যালকালি দ্বারা অজ্ঞাত মাত্রার অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া সেই অ্যাসিডের মাত্রা বা শক্তি নির্ণয় করা যায় তাহাকে বলা হয় ক্ষারমিতি বা অ্যালকালিমেট্রি (Alkalimetry)।

বিজ্ঞানী ভোগেল (Vogel) উল্লিখিত সংজ্ঞার সমর্থক। কিন্তু অনেক ব্যবহারিক রসায়নে ইহার ঠিক বিপরীত সংজ্ঞাও দেখা যায়।

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির ব্যবহারিক গুরুত্ব : এক্ষণে অম্লমিতি বা ক্ষারমিতির সহায়তায় (i) বিনা ওজনেই জ্ঞাত মাত্রার অ্যাসিড দ্বারা ক্ষার অথবা

অ্যাসিডের অজ্ঞাত মাত্রার পরিমাণ নির্ণয় করা যায়, (ii) অ্যাসিড ও ক্ষারের একরূপ মাত্রা নির্ণয় করিতে স্বল্প সময় লাগে এবং (iii) একরূপ মাত্রা বিশেষ নিতুল-ভাবে নির্ণয় করা যায়।

20 c.c. কুইনিন দ্রবণে যদি 10 গ্রাম কুইনিন দ্রবীভূত থাকে তাহা হইলে দ্রবণের 1 c.c. দাগের কুইনিনে যে '5 গ্রাম কুইনিন আছে তাহা বিনা ওজনই বলিয়া দেওয়া যায়।

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতির পদ্ধতি

অম্লমিতি বা ক্ষারমিতির তথ্য অ্যাসিডিমেট্রি বা অ্যালকালিমেট্রি সাহায্যে অজ্ঞাত ক্ষার বা অ্যাসিডের মাত্রা নির্ণয়ের জন্ত জানা প্রয়োজন :

প্রথমত, অ্যাসিড অথবা ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা নির্ণয়ের জন্ত প্রয়োজন ক্ষার অথবা অ্যাসিডের একটি জ্ঞাতমাত্রার দ্রবণ (solution of known strength)।

দ্বিতীয়ত, কিভাবে অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন-ক্রিয়া সম্পন্ন করা যায় সেই প্রশালী বা টাইট্রেশন পদ্ধতি (titration)।

তৃতীয়ত, প্রশমন ক্রিয়ায় ঠিক কোন মুহূর্তে অ্যাসিড ও ক্ষার প্রশমন সম্পূর্ণ হয় তাহার সংকেত বা নির্দেশ (Indication)।

1. টাইট্রেশন (Titration) : যে-প্রণালীতে অ্যাসিড ও ক্ষার প্রশমিত করা হয় তাহাকে বলা হয় টাইট্রেশন। সাধারণত অ্যাসিড ব্যুরেটে রাখিয়া এবং ক্ষার বিকায় বা কোণাকার ফ্লাস্কে রাখিয়া ধীরে ধীরে অ্যাসিড ও ক্ষার মিশ্রিত করিয়া নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটরের সাহায্যে যে প্রশমন বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয় তাহাই টাইট্রেশন।

2. নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটর (Indicator) : যে-পদার্থ দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন করিয়া প্রশমন-ক্রিয়ার সম্পূর্ণতা নির্দেশ করে তাহাকে বলা হয় নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটর। যে পদার্থের বর্ণ অ্যাসিডের সংস্পর্শে এক রকম, ক্ষারের সংস্পর্শে আর এক রকম এবং মধ্য ও জল অর্থাৎ অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমনে উৎপন্ন পদার্থের সংস্পর্শে অন্তরকম

তাহাকেই বলা হয় নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটর। লিটমাস দ্রবণ অ্যাসিডের সংস্পর্শে লাল, ক্ষারের সংস্পর্শে নীল এবং লবণ-জলের সংস্পর্শে বেগুনী।

3. **প্রমাণ বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ (Normal or standard sol.) :** অ্যাসিড বা ক্ষারের অজ্ঞাত মাত্রা নির্ণয়ের জন্য ক্ষার বা অ্যাসিড—একরূপ দ্রবণ দুইটির মধ্যে একটির মাত্রা বা শক্তি (strength) জানা থাকা প্রয়োজন। একরূপ জ্ঞাতমাত্রার অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের দ্রবণকে বলা হয় প্রমাণ বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ। 5% NaOH দ্রবণ, ইহা কৃত্তিক সোডার একটি প্রমাণ দ্রবণ। 10% HCl ও 15% Na₂CO₃ দ্রবণ—ইহাও প্রমাণ দ্রবণের উদাহরণ। নরম্যাল, ডেসিনরম্যাল, সেমিনরম্যাল দ্রবণও প্রমাণ দ্রবণের উদাহরণ।

নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটরের বৈশিষ্ট্য

নির্দেশক জৈব পদার্থ দ্বারা তৈরী জৈব যোগ বিশেষ। প্রশমন বিক্রিয়ায় ইহাদের বর্ণ পরিবর্তিত হয়।

কয়েকটি নির্দেশক বা ইণ্ডিকেটরএব উদাহরণ

নির্দেশক	বর্ণ প্রশমন দ্রবণে	বর্ণ অ্যাসিড দ্রবণে	বর্ণ ক্ষার দ্রবণে
1. লিটমাস	বেগুনী	লাল	নীল
2. মিথাইল অরঞ্জ	কমলা	লাল বা লালাত (pink)	হলুদ
3. ফিনপথ্যালিন	বর্ণহীন	বর্ণহীন	লাল বা লালাত (pink)

যে-বিক্রিয়ায় অ্যাসিডিক অক্সাইড (CO₂) নির্গত হয় সেরূপ ক্ষেত্রে লিটমাস নির্দেশক ব্যবহার করা হয় না। এরূপ ক্ষেত্রে মিথাইল অরঞ্জ ব্যবহার করা হয়। বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়া (NH₃) নির্গত হইলে ফিনপথ্যালিন ব্যবহার করা হয় না।

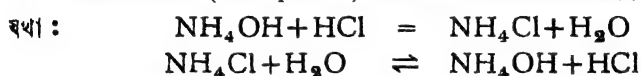
কোন ক্ষেত্রে ঐকরূপ নির্দেশক ব্যবহার করা প্রয়োজন তাহা অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। অ্যাসিটিক অ্যাসিড, অকজেলিক অ্যাসিড ইত্যাদি জৈব অ্যাসিড যুদ্ধ অ্যাসিড, কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক, সালফিউরিক ও নাইট্রিক অ্যাসিড (HCl, H₂SO₄, HNO₃) ইত্যাদি অজৈব অ্যাসিড তীব্র অ্যাসিড; অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH₄OH) যুদ্ধ ক্ষার, কিন্তু সোডিয়াম ও পটাসিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH ও KOH)

তীব্র ক্ষার। বিভিন্ন অ্যাসিড ও ক্ষারের প্রশমন ক্রিয়ায় নির্দেশক ব্যবহারের রীতি :

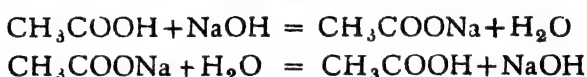
টাইট্রেশন (Titration)	উপযোগী নির্দেশক (Indicator)
(i) তীব্র অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষার	যে-কোন নির্দেশক
(ii) তীব্র অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষার	মিথাইল অবেরঞ্জ (methyl orange)
(iii) মৃদু অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষার	ফিনপথ্যালিন (phenolphthalein)
(iv) মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষার	টাইট্রেশন করা চলে না

ইণ্ডিকেটর ব্যবহারে পরিলক্ষণীয় বিষয়

(i) মিথাইল অবেরঞ্জ (Methyl orange) : অ্যাসিড মিশ্রিত দ্রবণে মিথাইল অবেরঞ্জ ইণ্ডিকেটর মিথাইলে দ্রবণ লাল বর্ণে রূপান্তরিত হয়। (ক্ষার দ্রবণে হলুদ, অ্যাসিড দ্রবণে লাল)। তীব্র অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারের প্রশমনের ফলে যে লবণ গঠিত হয় তাহা আর্দ্র বিস্তেপিত হইয়া দ্রবণে অ্যাসিড গঠন কবে। তাই প্রশমন-স্থানে (end point) দ্রবণে সামান্য অ্যাসিড ধর্ম প্রকাশ পায়।

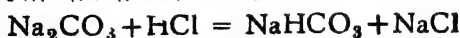


(2) ফেনপথ্যালিন (Phenolphthalien) : ফেনপথ্যালিন ক্ষারীয় দ্রবণকে লালভ (pink) বর্ণে রূপান্তরিত কবে, কাবণ প্রশমনের ফলে যে লবণ গঠিত হয় তাহা আর্দ্র-বিস্তেপিত হইয়া ক্ষার গঠন কবে।



সোডিয়াম কার্বনেট প্রশমনে ফেনপথ্যালিন ইণ্ডিকেটর ব্যবহারের সর্তকতা (Use of Phenolphthalien in Sodium carbonate neutralisation) :

তীব্র অ্যাসিড এবং সোডিয়াম কার্বনেটের প্রশমন ক্রিয়ায় ফেনপথ্যালিন ইণ্ডিকেটর ব্যবহার করিলে একথা স্মরণ বাখা প্রয়োজন যে ফেনপথ্যালিন ইণ্ডিকেটর শুধু অর্ধেক পরিমাণ সোডিয়াম কার্বনেটেব প্রশমন ক্রিয়া নির্দেশ করে। কারণ, এরূপ প্রশমন ক্রিয়ায় প্রথম পর্যায়ে সোডিয়াম কার্বনেট বাসায়নিক বিক্রিয়ায় সোডিয়াম বাই-কার্বনেট গঠন কবে। যথা :



এই সোডিয়াম বাইকার্বনেট (NaHCO₃) ফেনপথ্যালিনের সংস্পর্শে ক্ষারীয় নয় বলিয়া ইহার সংস্পর্শে সোডিয়াম বাইকার্বনেট মিশ্রিত দ্রবণের বর্ণ লাল বা লালভ হয় না, বরং বর্ণহীন হয়।

স্বতরাং ফেনপথ্যালিন ইণ্ডিকেটর ব্যবহার করিয়া সোডিয়াম কার্বনেট প্রশমিত করার ক্ষেত্রে দ্রবণ বর্ণহীন হইলে বুঝিতে হইবে যে মাত্র অর্ধেক পরিমাণ সোডিয়াম কার্বনেট প্রশমিত হইয়াছে।

অবশিষ্ট সোডিয়াম বাইকার্বনেট প্রশমনে মিথাইল অরেঞ্জ ইণ্ডিকেটর ব্যবহার করিয়া সম্পূর্ণ করিতে হয়।

পরীক্ষা নিভূল হইলে দেখা যাইবে যে ফেনপথ্যালিন ব্যবহৃত অর্ধ-প্রশমন ক্রিয়ায় যত আয়তন অ্যাসিড ব্যবহৃত হইয়াছে, মিথাইল অবেঞ্জ ব্যবহার করিয়া প্রশমন ক্রিয়া সম্পূর্ণ করাব জগ্গ ঠিক তত আয়তন অ্যাসিড ব্যবহৃত হইয়াছে। তাই সম্পূর্ণ প্রশমন ক্রিয়ায় জগ্গ ব্যবহৃত অ্যাসিডের আয়তন দুই পর্ষায়ে ব্যবহৃত অ্যাসিডের যোগফলের সমান হইবে।

প্রমাণ দ্রবণ প্রস্তুতির প্রণালী

(Preparation of Standard Solution)

অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণের প্রমাণ দ্রবণ অর্থাৎ, জ্ঞাত মাত্রার দ্রবণ তৈরী করা হয় গ্রাম-তুল্যাংক অল্পপাতে অ্যাসিড, ক্ষার বা লবণ জলে মিশ্রিত করিয়া নির্দিষ্ট আয়তনের দ্রবণ প্রস্তুত করিয়া। স্বতরাং প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করাব জগ্গ অ্যাসিড, ক্ষার ও দ্রবণের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংকের সংজ্ঞা জানা প্রয়োজন। মৌলিক পদার্থের তুল্যাংকের সংজ্ঞা আগেই বর্ণনা করা হইয়াছে, যোগ পদার্থের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক অম্লরূপ :

1. অ্যাসিডের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক (Equivalent weight and gram equivalent weight of an acid) : যত ভাগ ওজনের অ্যাসিডের মধ্যে একভাগ ওজনের প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন পাওয়া যায় অ্যাসিডের তত ভাগ ওজন-সংখ্যাকে সেই অ্যাসিডের তুল্যাংক বলা হয়। অর্থাৎ, যত গ্রাম অ্যাসিডে 1 গ্রাম (সঠিক 1.008 গ্রাম) প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেন থাকে তত গ্রাম অ্যাসিডকে বলা হয় অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক।

36.5 গ্রাম HCl (1+35.5)-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য 1 গ্রাম হাইড্রোজেন
98 গ্রাম H_2SO_4 (2+32+64)-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য

2 গ্রাম হাইড্রোজেন

∴ 49 গ্রাম H_2SO_4 -এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য 1 গ্রাম হাইড্রোজেন

63 গ্রাম HNO_3 (1+14+48)-এ আছে প্রতিস্থাপনযোগ্য

1 গ্রাম হাইড্রোজেন

সুতরাং হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক = 36.5 গ্রাম

সালফিউরিক অ্যাসিডের গ্রাম তুল্যাংক = 49 গ্রাম

নাইট্রিক অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক = 63 গ্রাম

প্রতিস্থাপনযোগ্য হাইড্রোজেনের সংখ্যা দ্বারা অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা বা বেসিসিটি (basicity of acid) নির্ণয় করা হয়। সুতরাং কন্সলার ভাষায় অ্যাসিডের গ্রাম-তুল্যাংক লেখা যায় :

অ্যাসিডের গ্রাম তুল্যাংক = $\frac{\text{অ্যাসিডের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{অ্যাসিডের ক্ষারগ্রাহিতা বা বেসিসিটি}}$

$$\text{HCl-এর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{1+35.5}{1} = 36.5 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{HNO}_3\text{-এর গ্রাম তুল্যাংক} = \frac{1+14+48}{1} = 63 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4\text{-এর গ্রাম তুল্যাংক} = \frac{2+32+64}{2} = 49 \text{ গ্রাম}$$

2 ক্ষারের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক (Equivalent weight and gram-equivalent weight of a base) :

যত ভাগ ওজনের ক্ষার বা অ্যালকালি এক তুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিডকে সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করিতে পারে তত ভাগ ওজনকে বলা হয় ক্ষারের তুল্যাংক। অর্থাৎ, 1 গ্রাম তুল্যাংক পরিমাণ অ্যাসিডকে যত গ্রাম ক্ষার সম্পূর্ণরূপে প্রশমিত করে তত গ্রাম-ওজনকে বলা হয় ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাংক।

অ্যাসিড ও ক্ষাবে প্রথমতঃ ক্রিয়ায় একটি হাইড্রোজেন (H) পরমাণু একটি হাইড্রোক্সিল (OH) মূলকের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটায়। $[\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-]$ সুতরাং ক্ষাবে কয়টি OH-মূলক বর্তমান তাহাব সংখ্যা দ্বারা ক্ষারের গ্রাম আণবিক ওজন ভাগ করিয়া ক্ষাবে গ্রাম-তুল্যাংক নির্ণয় করা যায়। অর্থাৎ,

$$\text{ক্ষারের গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{ক্ষারের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{হাইড্রোক্সিল মূলকের সংখ্যা}}$$

$$= \frac{\text{ক্ষারের গ্রাম আণবিক ওজন}}{\text{ক্ষারের অ্যাসিডগ্রাহিতা বা অ্যাসিডিটি}}$$

যদি কারক অক্সাইড জাতীয় হয় তবে প্রশমন ক্রিয়ায় একটি অক্সিজেন পরমাণুর জন্ত দুইটি H-পরমাণুর প্রয়োজন। যথা: $MgO + 2HCl = MgCl_2 + H_2O$, সুতরাং অক্সাইড জাতীয় ক্ষারকে প্রতীতি প্রশমন-ক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী O-পরমাণুর জন্ত কারকের অ্যাসিডগ্রাহিতা হইবে দুই। কষ্টিক সোডাতে (NaOH) OH-মূলকের সংখ্যা 1, সুতরাং NaOH-এর গ্রাম-তুল্যাংক = $\frac{23+16+1}{1} = 40$ গ্রাম। কষ্টিক পটাশে (KOH) OH-মূলকের সংখ্যা 1, সুতরাং KOH-এর গ্রাম-তুল্যাংক = $\frac{39+16+1}{1} = 56$ গ্রাম। ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইডে OH-মূলকের সংখ্যা 2, সুতরাং $Ca(OH)_2$ -এর গ্রাম-তুল্যাংক = $\frac{40+32+2}{2} = 37$ গ্রাম। CaO-এর গ্রাম তুল্যাংক = $\frac{40+16}{2} = 8$, Fe_2O_3 -এর গ্রাম-তুল্যাংক = $\frac{122+48}{6} = 26.66$

৩. লবণের তুল্যাংক ও গ্রাম-তুল্যাংক (Equivalent wt and gram equivalent wt. of a salt) : যত ভাগ ওজনের লবণে হাইড্রোজেনের সমতুল্যাংক পরিমাণের ধাতু পাওয়া যায় সেই ওজন-সংখ্যাকে লবণের তুল্যাংক বলা হয়। অর্থাৎ, যত গ্রাম লবণে এক গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ (হাইড্রোজেনের সমতুল্যাংক) ধাতু পাওয়া যায় তত গ্রাম ওজনকে লবণের গ্রাম-তুল্যাংক বলা হয়। সুতরাং

$$\text{একটি ধাতুর গ্রাম-তুল্যাংক} = \frac{\text{ধাতুর গ্রাম-পরিমাণবিক ওজন}}{\text{ধাতুর যোজ্যতা}}$$

$$\begin{aligned} \text{সেইরূপ, লবণের গ্রাম তুল্যাংক} &= \frac{\text{লবণের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{লবণে অবস্থিত ধাতুর সমগ্র যোজ্যতা}} \\ &= \frac{\text{লবণের গ্রাম-আণবিক ওজন}}{\text{ধাতু-পরমাণুর সংখ্যা} \times \text{যোজ্যতা}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সোডিয়াম কার্বনেটের (Na}_2\text{CO}_3\text{) গ্রাম-তুল্যাংক} \\ = \frac{23 \times 2 + 12 + 16 \times 3}{2 \times 1} = \frac{106}{2} = 53 \text{ গ্রাম} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ক্যালসিয়াম কার্বনেটের (CaCO}_3\text{) গ্রাম তুল্যাংক} \\ = \frac{40 + 12 + 16 \times 3}{1 \times 2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ গ্রাম} \end{aligned}$$

সিলভার নাইট্রেটের (AgNO_3) গ্রাম-তুল্যাংক

$$= \frac{108 + 14 + 16 \times 3}{1 \times 1} = 170 \text{ গ্রাম}$$

কপার সালফেটের ($\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$) গ্রাম-তুল্যাংক

$$= \frac{63.5 + 32 + 16 \times 4 + 5 \times 18}{1 \times 2} = \frac{249.5}{2} = 124.75 \text{ গ্রাম}$$

ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডের (MgO) গ্রাম-তুল্যাংক

$$= \frac{24 + 16}{1 \times 2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ গ্রাম}$$

কয়েকটি অ্যাসিড, ক্ষারক ও লবণের গ্রাম-তুল্যাংক

অ্যাসিড (Acid)	আণবিক ওজন	ক্ষারগ্রাহিতা বা বেসিসিটি	গ্রাম-তুল্যাংক
হাইড্রোক্লোরিক— HCl	36.5	1	36.5
নাইট্রিক— HNO_3	63	1	63
সালফিউরিক— H_2SO_4	98	2	49
ফসফরিক— H_3PO_4	98	3	32.67
ক্ষার বা ক্ষারক (Alkali or base)	আণবিক ওজন	অ্যাসিডগ্রাহিতা বা অ্যাসিডিটি	গ্রাম তুল্যাংক
কস্টিক সোডা— NaOH	40	1	40
কস্টিক পটাস— KOH	56	1	56
ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড— Ca(OH)_2	74	2	37
অ্যামোনিয়া— NH_3	17	1	17
অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড— NH_4OH	35	1	35
ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড— MgO	40	2	20
লবণ (Salt)	আণবিক ওজন	সমগ্র যোজ্যতা	গ্রাম-তুল্যাংক
সোডিয়াম কার্বনেট— Na_2CO_3	106	2	53
ক্যালসিয়াম কার্বনেট— CaCO_3	100	2	50
ফেরিক ক্লোরাইড— $\text{FeCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$	270.5	3	90.17
সিলভার নাইট্রেট— AgNO_3	170	1	170
কপার সালফেট— $\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}$	249.5	2	124.75
সিলভার ক্লোরাইড— AgCl	143.34	1	143.34

নর্ম্যাল দ্রবণ

✓ (Normal Solution)

এক গ্রাম-ভুল্যাংক পরিমাণ কোন পদার্থ জলে দ্রবীভূত করিয়া 1000 c.c. বা 1000 ml তথা 1 লিটার দ্রবণ তৈরী করা হইলে সেই দ্রবণকে নর্ম্যাল দ্রবণ বলা হয়।

নর্ম্যাল দ্রবণ লেখা হয় (N) এই চিহ্ন দ্বারা। (N)H₂SO₄, (N)NaOH —ইহার অর্থ, সালফিউবিক ও কষ্টিক সোডার নর্ম্যাল দ্রবণ।

নর্ম্যাল দ্রবণের সংজ্ঞা অম্লযায়ী : (c.c.=ml)

1000 c c. বা ml (N) H ₂ SO ₄ দ্রবণে থাকে	49 গ্রাম H ₂ SO ₄
1000 c c. বা ml (N) Na ₂ CO ₃ দ্রবণে...	53 গ্রাম Na ₂ CO ₃
1000 c.c. বা ml (N) CuSO ₄ , 5H ₂ O · 124·75 গ্রাম CuSO ₄ ,5H ₂ O	
1000 c c বা ml (N) HCl দ্রবণে থাকে	36·5 গ্রাম HCl
1000 c c. বা ml (N) NaOH	40 গ্রাম NaOH
1000 c.c. বা ml (N) KOH	56 গ্রাম KOH
1000 c.c. বা ml (N) Ca(OH) ₂	37 গ্রাম Ca(OH) ₂

মোলার সম্মুখনে বা আগব দ্রবণ (Molar solution) : গ্রাম ভুল্যাংকের পরিবর্তে গ্রাম-আণবিক ওজনেও দ্রবণের মাত্রাব পরিচয় দেওয়া যায়।

1000 c.c. দ্রবণে যদি এক গ্রাম-আণবিক ওজনের কোন পদার্থ দ্রবীভূত থাকে তবে সেই দ্রবণকে আগব দ্রবণ বা মোলার দ্রবণ বলা হয়।

H ₂ SO ₄ -এর মোলার দ্রবণে 1000 c.c. তে H ₂ SO ₄ থাকে 98 গ্রাম	
কিন্তু H ₂ SO ₄ -এর নর্ম্যাল দ্রবণে , , , H ₂ SO ₄ থাকে 49 গ্রাম	
HCl-এর মোলার দ্রবণে , , , HCl থাকে 36·5 গ্রাম	
এবং HCl-এর নর্ম্যাল দ্রবণেও , , , HCl থাকে 18·25 গ্রাম	

যদি কোন যৌগের গ্রাম-আণবিক ওজন ও গ্রাম-ভুল্যাংক এক হয় তবে মোলার দ্রবণ ও নর্ম্যাল দ্রবণের মাত্রা বা শক্তিও (strength) হয় এক রকম।

অম্লমিতি বা ক্ষারমিতি পরীক্ষার জন্য নর্ম্যাল দ্রবণের মাত্রা বা শক্তি অতিরিক্ত তীব্র হইয়া পড়ে। তাই, সাধারণত নর্ম্যাল দ্রবণের অর্ধাংশ,

দশমাংশ বা শতাংশ মাত্রাব দ্রবণ টাইট্রেশনের জন্য ব্যবহার করা হয়। এরূপ দ্রবণের পরিচয় দেওয়া হয় অতরূপভাবে :

দ্রবণের নাম	দ্রবণের সাংকেতিক হিহু	লিটার প্রতি দ্রবণের ওজন
নর্ম্যাল	(N)	1 গ্রাম-তুল্যাংক
অর্ধ নর্ম্যাল (Semi-normal)	$\left(\frac{N}{2}\right)$ বা 5N	$\frac{1}{2}$ গ্রাম-তুল্যাংক
দশমাংশিক নর্ম্যাল (Decinormal)	$\left(\frac{N}{10}\right)$ বা .1N	$\frac{1}{10}$ গ্রাম-তুল্যাংক
শতাংশিক নর্ম্যাল (Centi-normal)	$\left(\frac{N}{100}\right)$ বা .01N	$\frac{1}{100}$ গ্রাম-তুল্যাংক
দ্বিগুণ নর্ম্যাল (Twice normal)	2(N)	2 গ্রাম-তুল্যাংক

কয়েকটি উদাহরণ :

1000 c.c. (ml) (N) HCl দ্রবণে থাকে 36.5 গ্রাম HCl

1000 c.c. $\left(\frac{N}{2}\right)$ HCl ... $\frac{36.5}{2}$ গ্রাম HCl

1000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl $\frac{36.5}{10}$ গ্রাম HCl

1000 c.c. X (N) HCl X × 36.5 গ্রাম HCl

100 c.c. (N) HCl $\frac{36.5}{10}$ গ্রাম HCl

∴ 100 c.c. (N) HCl ≡ 1000 $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl

অর্থাৎ, 1 c.c. (N) HCl ≡ 10 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl

≡ 10 × $\frac{1}{10}$ c.c. (N) HCl

অথবা, 10 c.c. X (N) HCl ≡ (10 × X) c.c. (N) HCl

এই সম্বন্ধটি সাধারণ সূত্রাকারে লেখা যায়,—

V c.c. বা ml X (N) দ্রবণ ≡ (V × X) c.c বা ml (N) দ্রবণ

V c.c. X (N) দ্রবণে বর্তমান $\frac{V \times X \times E}{1000}$ গ্রাম

অথবা, V c.c. x (N) দ্রবণে বর্তমান V.X.E. গ্রাম/লিটার প্রতি

দ্রবণের মাত্রা পরিবর্তন (Change of Strength)

বিভিন্ন মাত্রার দ্রবণ পবস্পরের সঙ্গে প্রশমিত করা হয়। তাই, কিভাবে একমাত্রার দ্রবণের সঙ্গে অন্য মাত্রার সম্বন্ধ সাধাবণভাবে নির্ণয় করা যায়, সে সম্বন্ধে কতগুলি সাধাবণ সূত্র জানা প্রয়োজন।

1 দ্রবণের শতাংশিক মাত্রাকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন (Percentage strength to normal solution) :

10% NaOH-দ্রবণ কত নর্ম্যাল দ্রবণ? 10% NaOH দ্রবণের অর্থ 100 c.c. দ্রবণে 10 গ্রাম NaOH অর্থাৎ 1000 c.c. দ্রবণে $10 \times 10 = 100$ গ্রাম NaOH, কিন্তু নর্ম্যাল দ্রবণের 1000 c.c. দ্রবণে থাকে .40 গ্রাম NaOH, সুতরাং 1000 c.c. দ্রবণে 100 গ্রাম NaOH তৈরী করে

$$= \frac{100}{40} (N) \text{ NaOH} = 2.5 (N) \text{ NaOH}$$

অর্থাৎ 10% NaOH দ্রবণ = 2.5 (N) NaOH দ্রবণ

অনুরূপভাবে, 6% NaOH দ্রবণ = $\frac{60}{40} (N) \text{ NaOH}$ দ্রবণ

$$5\% \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ} = \frac{50}{49} (N) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণ}$$

$$4\% \text{ HCl দ্রবণ} = \frac{40}{36.5} (N) \text{ HCl দ্রবণ}$$

2. দ্রবণের নর্ম্যাল মাত্রাকে লিটার-প্রতি গ্রাম হিসাবের ওজনে পরিবর্তন (Normality to gram per litre) :

প্রতি লিটারে গ্রাম হিসাবে ওজন = নর্ম্যাল মাত্রা \times গ্রাম-তুল্যাংক

$$[\text{Gram per litre} = \text{Normality} \times \text{Gram equivalent}]$$

প্রতি 1000 c.c. দ্রবণে :

$$(2N) \text{ HCl} = (2 \times 36.5) \text{ গ্রাম HCl}$$

$$(3N) \text{ H}_2\text{SO}_4 = (3 \times 49) \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

$$(4N) \text{ Na}_2\text{CO}_3 = (4 \times 53) \text{ গ্রাম Na}_2\text{CO}_3$$

78 $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণের অর্থ প্রতি 1000 c.c. NaOH দ্রবণ আছে

$$\left(\frac{78 \times 40}{10}\right) \text{ গ্রাম NaOH}$$

200 c.c. 1.5 (N) Na_2CO_3 দ্রবণে Na_2CO_3 আছে

$$\left(\frac{1.5 \times 53 \times 200}{1000}\right) \text{ গ্রাম Na}_2\text{CO}_3$$

৪. লিটার প্রতি গ্রাম হিসাবের ওজনকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন (Grams per litre to normality) :

সংজ্ঞাহযায়ী, নর্ম্যাল মাত্রা = $\frac{\text{লিটার প্রতি গ্রাম হিসাবে ওজন}}{\text{গ্রাম তুল্যাংক}}$

$$\left[\text{Normality} = \frac{\text{Grams per litre}}{\text{Gram Equivalent}} \right]$$

$$1000 \text{ c.c. NaOH দ্রবণে } 8 \text{ গ্রাম NaOH} = \frac{8}{40} (N) \text{ NaOH}$$

$$1000 \text{ c.c. HCl দ্রবণে } 36.5 \text{ গ্রাম HCl}$$

$$= \frac{36.5}{36.5} (N) \text{ HCl} = (N) \text{ HCl}$$

$$1000 \text{ c.c. H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে } 98 \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

$$= \frac{98}{49} (N) \text{ H}_2\text{SO}_4 = 2 (N) \text{ H}_2\text{SO}_4$$

অল্পমিতি ও ক্ষারমিতির চারটি সূত্র

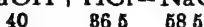
(Four Principles)

(i) প্রথম সূত্র : $1 \text{ c.c বা ml. } (N) \text{ দ্রবণ} = 10 \text{ c.c বা ml. } \left(\frac{N}{10}\right) \text{ দ্রবণ}$

$$= 2 \text{ c.c } \left(\frac{N}{2}\right) \text{ দ্রবণ} = 100 \text{ c.c } \left(\frac{N}{100}\right) \text{ দ্রবণ}$$

(ii) দ্বিতীয় সূত্র : সম মাত্রার (strength) অ্যাসিড ও ক্ষার দ্রবণ সম আয়তনে (volume) পরস্পরকে প্রশমিত করে। অর্থাৎ, পারস্পরিক বিক্রিয়া সম্ভব হইলে দুইটি যৌগের মধ্যে সম-তুল্যাংক পরিমাণে বিক্রিয়া ঘটে। ইহাকে তুল্যাংক আনুপাতিক সূত্রও (Law of equivalent proportion) বলা হয়। যথা :

NaOH, HCl ও H₂SO₄—ইহাদের গ্রাম-তুল্যাংক যথাক্রমে 40, 36.5 এবং 49 অর্থাৎ 40 গ্রাম NaOH প্রশমিত করে 36.5 গ্রাম HCl অথবা 49 গ্রাম H₂SO₄ , $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$



40 এবং 36.5 যথাক্রমে NaOH এবং HCl এর তুল্যাংক।

নর্ম্যাল দ্রবণের সংজ্ঞা অনুযায়ী :

$$1000 \text{ c.c } (N) \text{ NaOH দ্রবণে থাকে } 40 \text{ গ্রাম NaOH}$$

$$1000 \text{ c.c. } (N) \text{ HCl দ্রবণে থাকে } 36.5 \text{ গ্রাম HCl}$$

$$1000 \text{ c.c. } (N) \text{ H}_2\text{SO}_4 \text{ দ্রবণে থাকে } 49 \text{ গ্রাম H}_2\text{SO}_4$$

সুতরাং, 1000 c.c. (N) NaOH প্রশমিত করে 1000 c.c. (N) H₂SO₄

অথবা 1000 c.c. (N) HCl

অর্থাৎ 1 c.c. (N) NaOH প্রশমিত করে 1 c.c. (N) H_2SO_4

অথবা 1 c.c. (N) HCl

অর্থাৎ 1 c.c. (N) দ্রবণের যে-কোন ক্ষাব প্রশমিত করে 1 c.c. (N) দ্রবণের যে কোন অ্যাসিড।

(iii) তৃতীয় সূত্র : প্রতিটি প্রশমন ক্রিয়ায় :

$$\frac{\text{অ্যাসিডের মাত্রা } (S_1)}{\text{অ্যাসিডের আয়তন } (V_1)} = \frac{\text{অ্যালকালির মাত্রা } (S_2)}{\text{অ্যালকালির আয়তন } (V_2)}$$

অর্থাৎ, অ্যাসিডের মাত্রা $(S_1) \times$ অ্যাসিডের আয়তন (V_1)
 $=$ অ্যালকালির মাত্রা $(S_2) \times$ অ্যালকালির আয়তন (V_2)

[Strength of the Acid \times Vol. of the Acid

$=$ Strength of the Alkali \times Vol. of the Alkali]

(iv) চতুর্থ সূত্র : প্রশমন ক্রিয়া বা নিউট্রেলিজেশন পদ্ধতির সাহায্যে অজ্ঞাত মাত্রার দ্রবণকে নর্ম্যাল মাত্রায় পরিবর্তন (Reduction to Normal Strength) :

মনে কব, (ক) 15 c.c. বা ml (N) অ্যাসিড \equiv 5 c.c. বা ml. অজ্ঞাত মাত্রার ক্ষার দ্রবণ।

ইহার অর্থ ক্ষাবের মাত্রা (strength) অ্যাসিডের চেয়ে বেশি। সুতরাং অজ্ঞাত মাত্রার ক্ষারকে নর্ম্যাল দ্রবণে পরিণত করার জন্য (15-5) c.c. অর্থাৎ 10 c.c. জল প্রতি 5 c.c. ক্ষাব দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

(খ) 100 c.c. 2.5 (N) দ্রবণ $= 100 \times 2.5$ c.c. (N) দ্রবণ।
 $= 250$ c.c. (N) দ্রবণ

এই দ্রবণকে ষথার্থ নর্ম্যাল দ্রবণে পরিবর্তিত করার জন্য (250-100) c.c.

অর্থাৎ 150 c.c জল প্রতি 100 c.c. দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

(গ) 20 c.c. 25 $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $= \frac{20 \times 25}{10}$ c.c. (N) দ্রবণ
 $= 50$ c.c. (N) দ্রবণ

$= (5 \times 10)$ c.c. বা ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ $= 5$ c.c. বা ml. $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ

সুতরাং, $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণকে 25 $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণে পরিণত করার জন্য প্রতি 5 c.c. দ্রবণে (20-5) অর্থাৎ 15 c.c. জল মিশাইতে হইবে।

গণনা : 10 c.c. '5 (N) HCl, 25 c.c. '1 (N) HNO₃ and 75 c.c. '2 (N) H₂SO₄ are mixed together. What is the normality of the mixed acid ?

$$10 \text{ c.c. '5 (N) HCl} = 10 \times \frac{1}{2} = 5 \text{ c.c. (N) HCl}$$

$$25 \text{ c.c. '1 (N) HNO}_3 = 25 \times \frac{1}{10} = 2.5 \text{ c.c. (N) HNO}_3$$

$$75 \text{ c.c. '2 (N) H}_2\text{SO}_4 = 75 \times \frac{1}{2} = 15 \text{ c.c. (N) H}_2\text{SO}_4$$

মিশ্র দ্রবণের আয়তন	(N) অ্যাসিড দ্রবণের আয়তন
= 110 c.c.	= 22.5 c.c.

মিশ্র অ্যাসিডের মাত্রা অজ্ঞাত ; মনে কর এই অজ্ঞাত মাত্রা = x (N)

$$\therefore 110 \times x \text{ (N)} = 22.5 \text{ (N)}$$

$$\therefore x \frac{22.5}{110} \text{ (N)} = 2045 \text{ (N)}$$

প্রমাণ বা নর্ম্যাল দ্রবণ প্রস্তুতি

(Preparation of Normal Solution)

1. দশমাংশিক নর্ম্যাল (decinormal) $\left(\frac{N}{10}\right)$ সোডিয়াম কার্বনেট (Na₂CO₃) দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of decinormal solution of Sodium carbonate) :

সোডিয়াম কার্বনেটের গ্রাম্য-তুল্যাংক = 53 গ্রাম। সুতরাং $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করার জন্য 5.3 গ্রাম Na₂CO₃ প্রয়োজন।

পদ্ধতি : একটি ভোলন বোতল বা ওয়েইং বোতলে (Weighing bottle) বিত্ত্ব শুষ্ক সোডিয়াম কার্বনেট লবণ এবং ঠিক 5.3 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট (Na₂CO₃) ওজন কর। এই 5.3 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট একটি 1000 c.c. ফ্লাস্কে ঢাল। ফ্লাস্কে অর্ধেক পরিমাণ জল ঢাল এবং সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত কর। এখন সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণে জল ঢালিয়া ফ্লাস্কের 1000 c.c. চিহ্ন বা দাগ পর্যন্ত পূর্ণ কর এবং কয়েকবার ফ্লাস্কটি-ঝাকাইয়া লও।

এইভাবে যে দ্রবণ তৈরী করা হইল তাহাই $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na₂CO₃ দ্রবণ।

যদি 1000 c.c. ফ্লাস্কের বদলে 250 c.c. ফ্লাস্ক দেওয়া হয় তবে সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) প্রয়োজন হইবে $53/4 = 1.325$ গ্রাম এবং 100 c.c. ফ্লাস্ক দেওয়া হইলে Na_2CO_3 নিতে হইবে $5.3/10 = .53$ গ্রাম।

ফ্যাক্টর (Factor) বা গুণনীয়ক নির্ণয়

যতখানি প্রয়োজন সঠিক সেই পরিমাণে কোন পদার্থ রাসায়নিক তুল্যদণ্ডে ওজন করা অত্যন্ত কষ্টকর ও সময়সাপেক্ষ। তাই যে-ওজন প্রয়োজন তার চেয়ে সাধারণত কিছু বেশী পরিমাণে দ্রব্য বস্তু ওজন করা হয়।

ফ্যাক্টর বা গুণক (Factor): কোন প্রমাণ জ্বরণ তৈরী করার জন্ত যে এজনে দ্রব্য গ্রহণ করা হয় তাহাকে দ্রব্যের যথাপ্রয়োজনীয় ওজন (theoretical weight) দ্বারা ভাগ করিলে যে সংখ্যা পাওয়া যায় তাহাকে সেই জ্বরণের ফ্যাক্টর বা গুণক বলা হয়। অর্থাৎ কোন প্রমাণ জ্বরণে জ্বরাভূত দ্রব্যের যথা-প্রয়োজনীয় ওজনের ভগ্নাংশ সেই জ্বরণের গুণক বা ফ্যাক্টর। যথা :

$$\text{ফ্যাক্টর বা গুণক} = \frac{\text{প্রমাণ জ্বরণে যোগেব গৃহীত ওজন}}{\text{প্রমাণ জ্বরণে যোগের যথাপ্রয়োজনীয় ওজন}}$$

(i) সালফিউরিক অ্যাসিডের নর্মাল দ্রবণ প্রস্তুত করার জন্ত 49 গ্রাম অ্যাসিড প্রয়োজন। কিন্তু যদি 53 গ্রাম অ্যাসিড গ্রহণ করা হয়, তাহা হইলে

$$\text{ফ্যাক্টর} = \frac{\text{গৃহীত ওজন}}{\text{যথাপ্রয়োজনীয় ওজন}} = \frac{50}{49} = 1.0204$$

অতরাং অ্যাসিড দ্রবণের মাত্রা = $1.0204 (N) \text{ H}_2\text{SO}_4$

(ii) $\left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণ তৈরী করার জন্ত লিটার প্রতি 53 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট প্রয়োজন। কিন্তু ওজন যদি গৃহীত হয় 56 গ্রাম, তাহা হইলে ফ্যাক্টর = $\frac{\text{গৃহীত ওজন}}{\text{যথাপ্রয়োজনীয় ওজন}} = \frac{56}{53} = 1.0566$

অতরাং দ্রবণের মাত্রা = $1.0566 \left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$

(iii) মনে কর 5.3 গ্রামের পরিবর্তে Na_2CO_3 ওজন করা হইল 5.3552 গ্রাম এবং ইহা 1000 c.c জলে দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ তৈরী করা হইল।

এরূপ ক্ষেত্রে মাত্রা ঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ নয়, ইহার চেয়ে কিছু বেশি। এই মাত্রা কত বেশি তাহা নির্ণয় করা যায় এইভাবে :

5.3 গ্রাম Na_2CO_3 1000 c.c. জলে মিশাইয়া $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী হয়

$$\therefore 1 \dots \dots \dots \frac{1}{5.3} \left(\frac{N}{10}\right) \dots \dots$$

$$\text{এবং } 5.3552 \text{ গ্রাম } \dots \dots \frac{5.3552}{5.3} \left(\frac{N}{10}\right) \dots \dots$$

অর্থাৎ 5.3552 গ্রাম Na_2CO_3 1000 c.c. জলে মিশাইয়া

$$1.01 \left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণ তৈরী হয়}$$

এই 1.01 সংখ্যাকে বলা হয় $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণের ক্যাক্টার বা গুণনীয়ক

$$\text{ইহার অর্থ } 1 \text{ c.c. } 1.01 \left(\frac{N}{10}\right) \text{ দ্রবণ} \equiv 1.01 \text{ c.c. } \left(\frac{N}{10}\right) \text{ দ্রবণ}$$

$$\therefore 1000 \text{ c.c. } 1.01 \left(\frac{N}{10}\right) \text{ দ্রবণ} \equiv 1010 \text{ c.c. } \left(\frac{N}{10}\right) \text{ দ্রবণ}$$

সুতরাং 1.01 $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণকে $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণে পরিণত করার জন্য 1000 c.c

1.01 $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 দ্রবণে $(1010 - 1000) = 10$ c.c. জল মিশাইতে হইবে।

2. সালফিউরিক অ্যাসিডের দশমাংশ নর্ম্যাল (decinormal) দ্রবণ প্রস্তুতি (Preparation of decinormal solution of sulphuric acid) :

সালফিউরিক অ্যাসিডের (H_2SO_4) গ্রাম-তুল্যাংক = 49 গ্রাম। সুতরাং $\left(\frac{N}{10}\right) \text{H}_2\text{SO}_4$ দ্রবণ তৈরী করার জন্য 4.9 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড প্রয়োজন। কিন্তু 4.9 গ্রাম সালফিউরিক অ্যাসিড ওজন করা সম্ভব নয়। কারণ এই অ্যাসিড কখনও বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না। কারণ এই অ্যাসিড জলাকর্ষী। এই অ্যাসিড (H_2SO_4) সাধারণত 95% হইতে 98% বিশুদ্ধ। সুতরাং সালফিউরিক অ্যাসিডের ঘনত্ব জানিয়া ইহা মাপা হয় আয়তন হিসাবে। অ্যাসিডের বোতলের গায়ে ঘনত্ব লেখা থাকে।

মনে কর, সালফিউরিক অ্যাসিড 97% বিশুদ্ধ।

অর্থাৎ 97 গ্রাম বিশুদ্ধ অ্যাসিড আছে 100 গ্রাম সাধারণ অ্যাসিডে

$$4.9 \dots \dots \dots \frac{100}{97} \times 4.9 = 5.051 \text{ গ্রাম অ্যাসিডে}$$

আমরা জানি, ভর = আয়তন \times ঘনত্ব, [অর্থাৎ $M = V \times D$]

মনে কর, অ্যাসিডের ঘনত্ব = 1.85 (বোতলের গায়ে লেখা থাকে)

$$\text{সুতরাং } V = \frac{M}{D} = \frac{5.051}{1.85} = 2.73 \text{ c. c.}$$

অর্থাৎ 2.73 c.c. অ্যাসিডে পাওয়া যাইবে 4.9 গ্রাম বিশুদ্ধ সালফিউরিক অ্যাসিড।

2.73 c.c. সালফিউরিক অ্যাসিড সহজেই পিপেট বা ব্যুরেটের সাহায্যে মাপা যায়। এই অ্যাসিড মাপিয়া 1000 c.c. ক্লাসে ঢালিয়া ইহার মধ্যে জল মিশাইয়া 1000 c.c. চিহ্ন পর্যন্ত ক্লাসটি পূর্ণ করিয়া যে দ্রবণ তৈরী হয় তাহাই H_2SO_4 -এর আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ (approximate), ইহা সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ (accurate) দ্রবণ নয়। কারণ এইভাবে সালফিউরিক অ্যাসিডের নর্ম্যাল বা আংশিক নর্ম্যাল দ্রবণ তৈরী করা সম্ভব নয়।

অনুরূপ পদ্ধতিতে হাইড্রোক্লোরিক বা নাইট্রিক অ্যাসিডেবও শুধুমাত্র আনুমানিক মাত্রাব দ্রবণ তৈরী করা যায়।

সঠিক মাত্রা নির্ণয় : জ্ঞাত মাত্রাব সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণের সঙ্গে আনুমানিক মাত্রাব অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া অ্যাসিডেব সঠিক মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

সঠিক, $\left(\frac{N}{10}\right)$ অ্যাসিড দ্রবণ তৈরী করার জন্য জ্ঞাত মাত্রার যথা সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণের সঙ্গে $\left(\frac{N}{10}\right)$ আনুমানিক মাত্রাব সালফিউরিক অ্যাসিড টাইট্রেশন বা প্রশমিত করিয়া এই অ্যাসিডেব সঠিক মাত্রা নির্ণয় করিতে হয়।

$$\text{মনে কর, } 10 \text{ c.c. } \left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3 \equiv 95 \text{ c.c. } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\therefore 1000 \text{ c. c } \left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3 \equiv 950 \text{ c. c. } \text{H}_2\text{SO}_4$$

কিন্তু 1000 c. c. $\left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণে আছে 53 গ্রাম Na_2CO_3 এবং 53 গ্রাম Na_2CO_3 প্রশমনেব জন্য প্রয়োজন 49 গ্রাম H_2SO_4 .

সুতরাং 950 c. c. সালফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে আছে 4.9 গ্রাম H_2SO_4 অ্যাসিড। এই অ্যাসিডেব মধ্যে (1000 - 950) অর্থাৎ 50 c.c. জল মিশাইলে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right) \text{H}_2\text{SO}_4$ দ্রবণ সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right) \text{H}_2\text{SO}_4$ দ্রবণে পরিণত হইবে।

এইভাবে প্রথমে আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা $\left(\frac{N}{10}\right)$ HNO₃ দ্রবণ তৈরী করিয়া পরে সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na₂CO₃ দ্রবণের সঙ্গে প্রশমিত বা টাইট্রেট করিয়া সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা $\left(\frac{N}{10}\right)$ HNO₃ দ্রবণ তৈরী করা যায়।

3. $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ প্রস্তুতি [Preparation of $\left(\frac{N}{10}\right)$ caustic soda solution] :

কঠিক সোডা (NaOH) গ্রাম তুল্যাংক = 40 , সুতরাং $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করার জন্ত 4 গ্রাম কঠিক সোডার প্রয়োজন। কিন্তু ইহা (NaOH) অত্যন্ত উদ্‌গ্রাহী পদার্থ, তাই কঠিক সোডা সঠিকভাবে ওজন করা যায় না। সেজন্ত প্রথমে মোটামুটি 4 গ্রাম কঠিক সোডা (NaOH) ওজন করিয়া 1000 c. c. ফ্লাস্কে চিহ্নিত পর্বন্ত জল মিশাইয়া কঠিক সোডার আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণ তৈরী করা হয়।

আনুমানিক ক্ষাব দ্রবণ সঠিক অ্যাসিড দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত করিয়া ক্ষাবের সঠিক নর্ম্যাল মাত্রা নির্ণয় করা হয়। অর্থাৎ এই আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণ জ্ঞাত-মাত্রার যথা সঠিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl বা $\left(\frac{N}{10}\right)$ H₂SO₄ অ্যাসিড দ্রবণের সঙ্গে প্রশমিত করিয়া ইহাব সঠিক মাত্রা নির্ণয় করা হয়।

মনে কর, টাইট্রেশনের পর দেখা গেল 25 c. c. NaOH

≡ 20 c.c. $1.055 \left(\frac{N}{10}\right)$ অ্যাসিড দ্রবণ। আমরা জানি,

ক্ষাবের আয়তন × ক্ষাবের মাত্রা = অ্যাসিডের আয়তন × অ্যাসিডের মাত্রা

$$\therefore \text{ক্ষাবের মাত্রা} = \frac{20 \times 1.055 \left(\frac{N}{10}\right)}{25} = .845 \left(\frac{N}{10}\right)$$

অর্থাৎ, আনুমানিক $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH দ্রবণের 1000 c.c.তে আছে

3.38 গ্রাম NaOH

প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ (Primary and Secondary standard solution) : অজ্ঞাত অ্যাসিড বা ক্ষাবের শক্তি নির্ণয় করা তথা প্রশমন ক্রিয়ার জন্ত জ্ঞাতমাত্রার ক্ষাব বা অ্যাসিড দ্রবণ তথা স্ট্যান্ডার্ড সল্যুশন প্রয়োজন। যে অ্যাসিড বা ক্ষাব দ্বারা জ্ঞাত মাত্রার স্ট্যান্ডার্ড বা প্রমাণ

দ্রবণ তৈরী করা হয় সেই অ্যাসিড বা ক্ষারকে বলা হয় স্ট্যান্ডার্ড বা প্রামাণিক। এরূপ স্ট্যান্ডার্ড বা প্রামাণিক দুই প্রকারের এবং এরূপ স্ট্যান্ডার্ড দ্বারা তৈরী দ্রবণও দুই বকম। যথা: প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড বা মুখ্য প্রাথমিক ও প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ বা মুখ্য প্রমাণ দ্রবণ এবং সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড বা পরোক্ষ প্রামাণিক ও সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ বা পরোক্ষ প্রমাণ দ্রবণ।

মুখ্য প্রামাণিক বা প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড (Primary Standard) : যে সমস্ত অ্যাসিড বা ক্ষার বা লবণ সরাসরি তথা প্রত্যক্ষভাবে ওজন করিয়া তাহা দ্বারা প্রমাণ দ্রবণ বা স্ট্যান্ডার্ড-সল্যুশন তৈরী করা যায় তাহাকে বলা হয় মুখ্য প্রামাণিক বা প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড। যথা: সোডিয়াম কার্বনেট, অক্সেলিক অ্যাসিড ইত্যাদি। এরূপ মুখ্য প্রামাণিক বা প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড দ্বারা প্রস্তুত প্রমাণ দ্রবণকে প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ বা মুখ্য প্রামাণিক দ্রবণ বলা হয়।

পরোক্ষ প্রামাণিক বা সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড (Secondary Standard) : যে অ্যাসিড বা ক্ষার বা লবণ সরাসরি বা প্রত্যক্ষভাবে ওজন করিয়া তাহা দ্বারা প্রমাণ বা স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ তৈরী করা যায় না তাহাদের পরোক্ষ বা সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড বলা হয়। যথা: কষ্টিক সোডা, সালফিউরিক অ্যাসিড ইত্যাদি। এরূপ পরোক্ষ প্রামাণিক বা সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড দ্বারা যে প্রমাণ দ্রবণ তৈরী করা হয় তাহাদের পরোক্ষ প্রমাণ দ্রবণ বা সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড দ্রবণ বলা হয়।

[পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট প্রাইমারী স্ট্যান্ডার্ড এবং পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট ও সোডিয়াম থাইওসালফেট সেকেন্ডারী স্ট্যান্ডার্ড। ইহাদের অকসিডেশন-রিডাকশন পদ্ধতির প্রশমন ক্রিয়ায় ব্যবহৃত হয় বলিয়া এখানে উল্লেখ করা হয় নাই। এরূপ প্রশমন পদ্ধতি পাঠক্রমের অন্তর্ভুক্ত নয়।]

গণনা (Calculation)

1. How many c.c. of 36 (N) H_2SO_4 soln. is required for the preparation of 60 c.c. of 6 (N) H_2SO_4 soln.

$$x \text{ c.c.} \times 36 (N) H_2SO_4 \equiv 60 \text{ c.c.} \times 6 (N) H_2SO_4$$

$$\therefore x \text{ c.c.} = \frac{60 \times 6 (N)}{36 (N)} = 10 \text{ c.c.}$$

১ অর্থাৎ 10 c.c. 36 (N) H_2SO_4 অ্যাসিডে জল মিশাইয়া 60 c.c. দ্রবণ তৈরী করিলে তাহা 60 c.c. 6(N) H_2SO_4 দ্রবণের সমান হইবে।

2. What is the normality of Na_2CO_3 soln. made by diluting 15 c.c. of 9 (N) Na_2CO_3 with 75 c.c. of water ?

15 c.c. 9 (N) Na_2CO_3 + 75 c.c. জল \equiv 90 c.c. অজ্ঞাত মাত্রার Na_2CO_3 দ্রবণ।

আমরা জানি, আয়তন_১ \times মাত্রা_১ = আয়তন_২ \times মাত্রা_২

$$\therefore 90 \text{ c.c.} \times (x) Na_2CO_3 = 15 \text{ c.c.} \times 9(N) Na_2CO_3$$

$$\therefore x = \frac{15 \times 9 (N)}{90 \times (N)} = 1.5 (N)$$

সুতরাং জলমিশ্রিত Na_2CO_3 দ্রবণের নর্মাল মাত্রা = 1.5N

3 How many c.c. of 9 (N) H_2SO_4 soln. will be required to neutralise completely 20 c.c. 3.6 (N) NaOH soln. ?

মনে কর x c.c. প্রদত্ত H_2SO_4 লাগিবে

$$\therefore x \text{ c.c. } 9 (N) H_2SO_4 \equiv 20 \text{ c.c. } 3.6 (N) NaOH$$

সুত্র অনুযায়ী, $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$

$$\therefore x \times 9 (N) = 20 \times 3.6 (N)$$

$$\text{অথবা, } x = \frac{20 \times 3.6}{9} = 8 \text{ c.c.}$$

4. What is the normality of a H_2SO_4 , 18.6 c.c. of which will neutralise 30 c.c. of 1.55 (N) KOH ?

মনে কর, প্রদত্ত H_2SO_4 এর মাত্রা x .

$$\therefore 18.6 \text{ c.c. } (x) H_2SO_4 \equiv 30 \text{ c.c. } 1.55 (N) KOH$$

সুত্র অনুযায়ী, $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$

$$\therefore 18.6 \text{ c.c.} \times x = 30 \text{ c.c.} \times 1.55 (N)$$

$$\therefore x = \frac{30 \times 1.55}{18.6} = 2.5 (N)$$

5. Calculate the volume of decinormal sulphuric acid required to neutralise 500 c.c. of a solution containing 2.5 gms of caustic soda per litre. Given the at. wt. of Na = 23.

[H. S 1960]

NaOH-এর গ্রাম-তুল্যাংক = 40 গ্রাম

$$\therefore \text{NaOH অবশেষের নর্ম্যালিটি} = \frac{2.5}{40} (N) = .0625 (N)$$

$$= .0625 \times 10 \left(\frac{N}{10} \right).$$

সুত্রানুযায়ী

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$\therefore V_1 = \frac{V_2 S_2}{S_1} = \frac{500 \times .0625 \times 10 \left(\frac{N}{10} \right)}{\left(\frac{N}{10} \right)}$$

$$= 312.5 \text{ c.c.}$$

6. 25 ml of $1.12 \frac{N}{10}$ sodium hydroxide require 24.0 ml of a solution of sulphuric acid for complete neutralization. Calculate the normality of the acid in terms of normality and grams per litre. [H. S. 1961]

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$\therefore 25 \times 1.12 \left(\frac{N}{10} \right) = 24 \times x \left(\frac{N}{10} \right) [x = \text{H}_2\text{SO}_4\text{-এর নর্ম্যালিটি}]$$

$$\therefore x = 1.16 \left(\frac{N}{10} \right) \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$\text{লিটার প্রতি ওজন} = 1.16 \times \frac{49}{10} = 5.68 \text{ গ্রাম।}$$

7. 30 ml of solution of sulphuric acid neutralise 25 ml of a solution of sodium carbonate containing 6.0 gm of the anhydrous substance per litre. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre.

[At wts. Na = 23, C = 12, S = 32, 1 ml = 1 c.c.]

[H. S. Comp. 1961]

$$\text{সোডিয়াম কার্বনেটের তুল্যাংক} = \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-এর আণবিক ওজন}}{2}$$

$$= \frac{2 \times 23 + 12 + 16 \times 3}{2} = 53$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3\text{-এর শক্তি} = \frac{6.0}{53} (N)$$

$$\therefore 30 \times x (N) = 25 \times \frac{6.0}{53} (N) = .094 (N)$$

সুতরাং .094 (N) অ্যাসিডের গ্রাম প্রতি ওজন

$$= .094 \times 49 = 4.606 \text{ গ্রাম}$$

8. (a) 25 c.c. of a 0.08 (N) sodium hydroxide was mixed with 20 c.c. of a 0.09 (N) sodium carbonate solution. What is the normality of the resulting alkali solution.

[H. S. 1962]

(b) 30 c.c. of this mixed alkali neutralise 50 c.c. of a sulphuric acid solution. Calculate strength of the acid in normality.

$$(a) 25 \text{ c.c. } 0.08 \text{ (N) NaOH} = 25 \times 0.08 = 2.0 \text{ c.c. (N) NaOH}$$

$$\frac{20 \text{ c.c. } 0.09 \text{ (N) Na}_2\text{CO}_3 = 20 \times 0.09 = 1.8 \text{ c.c. (N) Na}_2\text{CO}_3}{\text{মিশ্র দ্রবণের আয়তন} = 45 \text{ c.c.} \qquad \text{মিশ্র কারের আয়তন} = 3.8 \text{ c.c. (N)}}$$

$$\therefore 45 \times x \text{ (N)} = 3.8 \text{ (N)}$$

$$\therefore x = \frac{3.8}{40} = 0.0844 \text{ (N)}$$

$$(b) 30 \times 0.0844 \text{ (N)} = 50 \times x \text{ (N)}$$

$$\therefore x = \frac{30 \times 0.0844}{50} = 0.05064 \text{ (N)}$$

9. A solution contains 0.4940 gms. caustic soda in 125 c.c. What is the factor of the solution if the strength be expressed as (a) N Sol, (b) $\frac{N}{10}$ sol., (Na=23)

[H.S. (Comp) 1962]

How many c.c. of a $\frac{N}{5}$ sol. of an acid will be the required to neutralise 25 c.c. of the above sol. of caustic soda ?

$$(a) \text{ NaOH-এর ভুল্যাংক} = \frac{23+16+1}{1} = 40$$

$$\text{নর্মালাইজেশন ফ্যাক্টর NaOH-দ্রবণের ক্ষেত্রে} = \frac{0.4940 \times 1000}{125 \times 40}$$

$$= 0.988 \text{ (N) NaOH}$$

$$(b) \text{ ডেসিনর্ম্যাল দ্রবণরূপে} = \cdot 0988 \times 10 \left(\frac{N}{10} \right) = \cdot 988 \left(\frac{N}{10} \right) \text{ NaOH}$$

$$x \text{ cc.} \times \frac{N}{5} = 25 \text{ c.c.} \times \cdot 988 \left(\frac{N}{10} \right)$$

$$\text{অথবা } x \text{ c.c.} \times 2 \left(\frac{N}{10} \right) = 25 \text{ c.c.} \times \cdot 988 \left(\frac{N}{10} \right)$$

$$\therefore x = 12\cdot35 \text{ c.c. অ্যাসিড প্রয়োজন।}$$

10. 50 ml of (N) H_2SO_4 are poured into 50 ml of $\left(\frac{N}{2} \right)$ NaOH. Is the resulting solution acid or alkaline?

[H. S. 1963]

$$50 \text{ ml } \left(\frac{N}{2} \right) \text{ NaOH} = \frac{50}{2} \text{ ml (N) NaOH} = 25 \text{ ml (N) NaOH}$$

$$25 \text{ c.c. (N) NaOH} = 25 \text{ ml (N) H}_2\text{SO}_4 ;$$

সুতরাং দ্রবণে $(50 - 25) = 25 \text{ c.c. (N) H}_2\text{SO}_4$ উদ্বৃত্ত থাকিবে ;
অর্থাৎ দ্রবণ অ্যাসিড-ধর্মী হইবে।

11. Calculate the amount in c.c. of 0·1 (N) H_2SO_4 necessary to react completely with a soln. that contains 0·125 gm of pure Na_2CO_3 .

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ এর গ্রাম তুল্যাংক} = \frac{106}{2} = 53$$

$$\therefore 1000 \text{ c.c. দ্রবণে } 0\cdot125 \text{ গ্রাম Na}_2\text{CO}_3 \text{ থাকিলে দ্রবণের মাত্রা হইবে}$$

$$\frac{0\cdot125}{53} \text{ (N)} = 0\cdot00236 \text{ (N).}$$

সুতরাং, প্রদত্ত Na_2CO_3 দ্রবণ, 1000 c.c. 0·00236 (N) Na_2CO_3 এর সমান।

$$\therefore \text{ মনে কর, প্রদত্ত H}_2\text{SO}_4 \text{ এর } x \text{ c.c. প্রয়োজন হইবে।}$$

$$\therefore x \text{ c.c. } 0\cdot1 \text{ (N) H}_2\text{SO}_4 = 1000 \text{ c.c. } 0\cdot00236 \text{ (N) Na}_2\text{CO}_3$$

$$\text{সুত্র অনুযায়ী, } V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$$

$$\therefore x \times 0\cdot1 = 1000 \times 0\cdot00236$$

$$\text{অথবা, } x = \frac{1000 \times 0\cdot00236}{0\cdot1} = 23\cdot6 \text{ লাগিবে।}$$

সুতরাং 23·6 c.c. প্রদত্ত H_2SO_4 লাগিবে।

12. It is found that 25.5 c.c. of H_2SO_4 completely react with 1.96 gm. of pure Na_2CO_3 . What is the normality of the acid soln. ?

$$Na_2CO_3 \text{ এর তুল্যাংক} = \frac{106}{2} = 53$$

সুতরাং, 1000 c.c. দ্রবণে 1.96 গ্রাম Na_2CO_3 থাকিলে উহার মাত্রা হইবে $\frac{1.96}{53} (N) = 0.037 (N)$

মনে কর, প্রদত্ত H_2SO_4 -এর নরম্যাল মাত্রা x

$$\therefore 25.5 \text{ c.c. } (x) H_2SO_4 \equiv 1000 \text{ c.c. } 0.037 (N) Na_2CO_3$$

সুত্র অনুযায়ী, $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$

$$\therefore 25.5 \times x = 1000 \times 0.037 (N)$$

$$\text{অথবা, } x = \frac{1000 \times 0.037 (N)}{25.5} = 1.45 (N)$$

সুতরাং, প্রদত্ত H_2SO_4 -এর নরম্যাল মাত্রা = 1.45 (N)

13. How many c.c. of 20.2 per cent by wt. of HCl having sp. gr. 1.10 will neutralise 20.5 c.c. of 1.05 (N) NaOH soln. ?

HCl অ্যাসিডের 1.10 আপেক্ষিক গুরুত্বের অর্থ 1 c.c. দ্রবণের ওজন 1.10 গ্রাম।

\therefore 1 c.c. 20.2 % HCl-এ পাওয়া যায়

$$= \left(1.10 \times \frac{20.2}{100} \right) \text{ গ্রাম} = 0.222 \text{ গ্রাম HCl}$$

\therefore 1000 c.c. HCl-এ পাওয়া যায় = 222 গ্রাম HCl

অর্থাৎ 1000 c.c. 1 (N) HCl = 36.5 গ্রাম HCl

সুতরাং HCl দ্রবণের নরম্যাল মাত্রা = $\frac{222}{36.5} (N) = 6.082 (N)$

মনে কর, x , c.c. প্রদত্ত HCl লাগিবে।

$$20.5 \text{ c.c. } 1.05 (N) NaOH \equiv x \text{ c.c. } 6.082 (N) HCl$$

এখন সুত্র অনুযায়ী,

$$V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$$

$$\therefore 20.5 \times 1.05 (N) = x \times 6.082 (N)$$

$$\therefore x = \frac{20.5 \text{ c.c.} \times 1.05 (N)}{6.082 (N)} = 3.53 \text{ c.c.}$$

14. 25.5 c.c. of HCl (sp. gr. 1.10 containing 20.2% by wt. HCl) neutralise 21.5 c.c. of a NaOH soln. What is the normality of the NaOH soln ?

13 নং প্রশ্নের গণনা অনুযায়ী $\text{HCl} = 6.082 \text{ (N)}$

মনে কর, প্রদত্ত NaOH-এর মাত্রা x .

$\therefore 25.5 \text{ c.c. } 6.082 \text{ (N) HCl} \equiv 21.5 \text{ c.c. (x) NaOH}$

সূত্র অনুযায়ী, $V_1 \times S_1 = V_2 \times S_2$

$\therefore 25.5 \times 6.082 \text{ (N)} = 21.5 \times x$

$\therefore x = \frac{25.5 \times 6.082 \text{ (N)}}{21.5} = 7.2 \text{ (N)}$

15. If 20 c.c. of 0.45 (N) NaOH soln. are added to 30 c.c. of 0.32 (N) HCl, is the resulting solution basic or acidic ? What is normality of (a) the basic or acidic final soln. (b) the salt formed by this neutralisation ?

20 c.c. 0.45 (N) NaOH = $20 \times 0.45 \text{ c.c.} = 9 \text{ c.c. (N) NaOH}$

30 c.c. 0.32 (N) HCl = $30 \times 0.32 \text{ c.c.} = 9.6 \text{ c.c. (N) HCl}$

সূত্র অনুযায়ী, 9 c.c. (N) NaOH \equiv 9 c.c. (N) HCl

কিন্তু (N) HCl আছে 9.6 c.c. , তাই অতিরিক্ত HCl আছে
 $= (9.6 - 9) \text{ c.c.} = 0.6 \text{ c.c.}$

সুতরাং বিক্রিয়ার পরে দ্রবণ অ্যাসিড-ধর্মী হইবে।

(a) বিক্রিয়ার পরে দ্রবণের সমগ্র আয়তন = $20 \text{ c.c.} + 30 \text{ c.c.}$
 $= 50 \text{ c.c.}$

এই 50 c.c. দ্রবণে আছে 0.6 c.c. (N) HCl তুল্য HCl.

মনে কর, অবশিষ্ট দ্রবণের মাত্রা (x)

সুতরাং $50 \text{ c.c. (x) HCl} \equiv 0.6 \text{ c.c. (N) HCl}$

$\therefore 50 \times x = 0.6 \times (N)$

or $x = \frac{0.6}{50} \text{ (N)} = 0.012 \text{ (N)}$

\therefore অবশিষ্ট অ্যাসিড-ধর্মী দ্রবণের মাত্রা = 0.012 (N)



অর্থাৎ 9 c.c. (N) NaOH 9 c.c. (N) HCl অ্যাসিডকে প্রশমিত করিয়া 9 c.c. (N) NaCl লবণ গঠন করিবে।

∴ 50 c.c. দ্রবণে 9 c.c (N) NaCl দ্রবণের তুল্য NaCl আছে

সুতরাং NaCl লবণের নর্ম্যাল মাত্রা = $\frac{9}{50}$ (N)

$$= 0.18 \text{ (N) NaCl}$$

অর্থাৎ, বিক্রিয়ায় গঠিত NaCl দ্রবণের নর্ম্যাল মাত্রা = 0.18 (N)

16. How many c.c. of 10% Na_2CO_3 soln. will neutralise 1 litre of H_2SO_4 soln. containing 4.9 gms. of acid ?

H_2SO_4 অ্যাসিডের গ্রাম তুল্যাংক 49

এক লিটার দ্রবণে 4.9 গ্রাম অর্থাৎ $\frac{4.9}{49} = 1/10$ গ্রাম তুল্যাংক H_2SO_4

আছে। সুতরাং H_2SO_4 -এর মাত্রা = $\left(\frac{N}{10}\right)$

1 লিটার $\left(\frac{N}{10}\right) \text{H}_2\text{SO}_4$ 1 লিটার $\left(\frac{N}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$ প্রশমিত করে।

আমরা জানি 1 লিটার $\left(\frac{N}{10}\right)$ দ্রবণে Na_2CO_3 পাওয়া যায় = 5.3 গ্রাম।

আবার 10% Na_2CO_3 দ্রবণে

10 গ্রাম Na_2CO_3 পাওয়া যায় 100 c.c. দ্রবণে

∴ 5.3 $\frac{100}{10} \times 5.3 \text{ c.c. },$

$$= 53 \text{ c.c. দ্রবণে।}$$

সুতরাং প্রয়োজনীয় 10 % Na_2CO_3 -এর আয়তন 53 c.c.

17. How much Na_2CO_3 will be required to neutralise 50 c.c. (N) H_2SO_4 ?

50 c.c. (N) $\text{H}_2\text{SO}_4 = 50 \text{ c.c. (N) Na}_2\text{CO}_3$

কিন্তু 1000 c.c. (N) Na_2CO_3 দ্রবণে পাওয়া যায় 53 গ্রাম Na_2CO_3

∴ 50 c.c. (N) Na_2CO_3 2.65 গ্রাম Na_2CO_3

সুতরাং Na_2CO_3 আবশ্যিক হইবে 2.65 গ্রাম।

18. 22.5 c. c. Na_2CO_3 neutralise 20 c. c. $\left(\frac{N}{10}\right) \text{HNO}_3$. Determine the normality and gram per litre weight of Na_2CO_3 .

$$22.5 \text{ c. c. of } \text{Na}_2\text{CO}_3 \equiv 20 \text{ c c } \left(\frac{N}{10}\right) \text{HNO}_3$$

$$\equiv 20 \text{ c. c. } 0.1 (N) \text{HNO}_3$$

$$\therefore \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণের মাত্রা} = \frac{\text{অ্যাসিডের আয়তন} \times \text{অ্যাসিডের মাত্রা}}{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ দ্রবণের আয়তন}}$$

$$= \frac{20 \times 0.1 (N)}{22.5} = 0.089 (N)$$

কিন্তু 1000 c. c. (N) Na_2CO_3 -এর মধ্যে পাওয়া যায় 53 গ্রাম Na_2CO_3

$$\therefore 1000 \text{ c. c. } 0.089 (N) \dots \dots \dots 53 \times 0.089 \dots \dots$$

$$= 4.72 \text{ গ্রাম } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

অতরাং প্রদত্ত Na_2CO_3 এর দ্রবণের নরমাল মাত্রা 0.089 (N) ও প্রতি লিটার দ্রবণে আছে 4.72 গ্রাম।

18. 25 c.c alkali are mixed with 8 c.c. 0.75 (N) soln. of an acid and for its complete neutralisation 15 c c. 0.8 (N) H_2SO_4 are added. What is the strength of the alkali ?

$$8 \text{ c. c of } 0.75 (N) \text{ অ্যাসিড} \equiv (8 \times 0.75) \text{ c.c. (N) অ্যাসিড}$$

$$15 \text{ c.c. of } 0.8 (N) \text{H}_2\text{SO}_4 \equiv (15 \times 8) \text{ c c (N) H}_2\text{SO}_4$$

$$\therefore \text{অ্যাসিডের সমগ্র আয়তন} \equiv (8 \times 0.75 + 15 \times 0.8) \text{ c c}$$

$$\equiv 18 \text{ c. c. (N) অ্যাসিড}$$

$$\text{ধরা যাক, ক্ষারের মাত্রা (x)}$$

$$\therefore 25 \text{ c. c. (x) ক্ষার} \equiv 18 \text{ c. c. (N) অ্যাসিড}$$

$$\therefore 25 \times x = 18 \times (N)$$

$$\therefore x = \frac{18}{25} (N) = 0.72 (N), \text{ অর্থাৎ ক্ষারের মাত্রা } = 0.72 (N)$$

20. 25 c.c NaOH soln. neutralise 22.5 c.c. of a dibasic acid. Molecular wt. of the acid is 126 and 250 c.c. of the acid contain 1.4175 gm acid; 10 c. c of the same alkali neutralise 8 c c. of H_2SO_4 of unknown strength. Determine the strength of H_2SO_4 in normality.

$$\text{ডাইবেসিক অ্যাসিডের তুল্যাংকভাব} = \frac{126}{2} = 63$$

$$\therefore \text{ডাইবেসিক অ্যাসিডের নরমাল (N) দ্রবণের 1000 c c. দ্রবণে আছে}$$

$$63 \text{ গ্রাম অ্যাসিড।}$$

কিন্তু আমরা জানি,

$$250 \text{ c. c. ডাইবেসিক অ্যাসিড দ্রবণে আছে } 1.4175 \text{ গ্রাম অ্যাসিড।}$$

$$\therefore 1000 \text{ c. c. } \dots \dots \dots 5.67 \text{ গ্রাম অ্যাসিড।}$$

$$\text{সুতরাং, অ্যাসিডের মাত্রা} = \frac{5.67}{63} (N) = 0.09 (N)$$

আবার দেখা যায়, 25 c. c. ক্ষার দ্রবণ \equiv 22.5 c. c. অ্যাসিড দ্রবণ

এবং 10 c. c. ক্ষার দ্রবণ \equiv 9 c. c. অ্যাসিড দ্রবণ

কিন্তু প্রশ্ন অনুযায়ী আবার দেখা যায়,

$$10 \text{ c. c. ক্ষার দ্রবণ} \equiv 8 \text{ c. c. } H_2SO_4$$

মনে কর, অজ্ঞাত H_2SO_4 এর মাত্রা (x)

সুতরাং 8 c.c. (x) $H_2SO_4 \equiv$ 9 c. c. 0.09 (N) ডাইবেসিক অ্যাসিড দ্রবণ

$$\therefore x \times 8 = 9 \times 0.09 (N)$$

$$\text{অথবা } x = \frac{9 \times 0.09}{8} = 0.1012 (N)$$

অর্থাৎ H_2SO_4 -এর নর্মাল মাত্রা $= 0.1012 (N)$

21. 20 c.c. H_2SO_4 soln. neutralise 21.2 c.c. 3% Na_2CO_3 soln. How would you change the strength of the acid to deci-normality ?

3% $Na_2CO_3 = 30$ গ্রাম Na_2CO_3 প্রতি লিটার দ্রবণে।

$$3\% Na_2CO_3 \text{ দ্রবণের মাত্রা} = \frac{30}{5.3} (N) = \frac{30}{5.3} \left(\frac{N}{10} \right)$$

$$20 \text{ c. c. } H_2SO_4 \equiv 21.2 \text{ c. c.} = \frac{30}{5.3} \left(\frac{N}{10} \right) Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ}$$

$$\equiv \frac{21.2 \times 30}{5.3} \text{ c. c.} \left(\frac{N}{10} \right) Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ}$$

$$\equiv 120 \text{ c. c.} \left(\frac{N}{10} \right) Na_2CO_3 \text{ দ্রবণ}$$

সুতরাং, H_2SO_4 দ্রবণকে $\left(\frac{N}{10} \right)$ মাত্রার দ্রবণে পরিণত করার জন্য

$(120 - 20) = 100$ c.c. জল প্রতি 20 c.c. অ্যাসিড দ্রবণে অথবা 5 c.c. জল প্রতি 1 c.c. অ্যাসিড দ্রবণে মিশাইতে হইবে।

22. 1.524 gm. of the NH_4Cl are dissolved in water and 50 cc. (N) KOH are added to it. The soln. is heated till ammonia evolved is completely driven off. The rest of the soln. is neutralised by 30.95 c. c. of (N) H_2SO_4 . Find the percentage strength of NH_3 in NH_4Cl .

$$30.95 \text{ c. c. (N) } H_2SO_4 \equiv 30.95 \text{ c. c. (N) KOH}$$

সুতরাং, $(50 - 30.95)$ c.c. (N) KOH প্রয়োজন হয় সমগ্র NH_4Cl এর সহিত বিক্রিয়া ঘটাইয়া NH_3 তৈরী করার জন্য।

অর্থাৎ $(50 - 30.95) = 19.05 \text{ c.c. (N) KOH}$

$\equiv 19.05 \text{ c.c. (N) NH}_3$,

কিন্তু অ্যামোনিয়াব (NH_3) গ্রাম-তুল্যাংক = 17

অথবা 1000 c.c. (N) NH_3 দ্রবণে NH_3 আছে 17 গ্রাম

অথবা 19.05 c.c. (N) NH_3 দ্রবণে NH_3 আছে 0.017×19.05

$= 0.32385 \text{ গ্রাম}$

সুতরাং 1.524 গ্রাম NH_4Cl -এর মধ্যে আছে 0.32385 গ্রাম

অর্থাৎ, 100 গ্রাম NH_4Cl -এর মধ্যে আছে $\frac{0.32385 \times 100}{1.524} = 21.3 \text{ গ্রাম NH}_3$

23. How much $\left(\frac{\text{N}}{10}\right) \text{HCl}$ will be required to neutralise

lime obtained by heating 1000 gm. of CaCO_3 ?

CaCO_3 -এর গ্রাম-তুল্যাংক = 50 গ্রাম, সুতরাং 1000 গ্রাম CaCO_3 20 গ্রাম-তুল্যাংক CaCO_3 -এর সমান। 20 গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ CaCO_3 20 গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ CaO উৎপন্ন করিবে এবং এই 30 গ্রাম তুল্যাংক CaO প্রশমিত করার জন্য প্রয়োজন 20 গ্রাম-তুল্যাংক HCl ।

অথবা, প্রয়োজন 20 লিটার (N) HCl

অথবা, 200 লিটার $\left(\frac{\text{N}}{10}\right) \text{HCl}$

24. 4.74 gram per litre NaOH solution is prepared. How much HCl gas in c.c. at N T. P. will be required to neutralise 60 c. c. of the alkali solution?

1000 c.c. NaOH দ্রবণে আছে 4.74 গ্রাম NaOH

সুতরাং দ্রবণের মাত্রা $= \frac{4.74}{40} (\text{N}) = 0.1185 (\text{N})$

সুতরাং 60 c.c. ক্ষার দ্রবণ $= (60 \times 0.1185) \text{ c.c. (N) ক্ষার দ্রবণ}$

কিন্তু 1000 c.c. (N) ক্ষার N. T. P.-তে 22.4 লিটার HCl গ্যাস প্রশমিত করে [কারণ, এক গ্রাম-তুল্যাংক $\text{HCl} = 36.5$ গ্রাম $\text{HCl} = 22.4$ লিটার N. T. P.-তে]

$\therefore (60 \times 0.1185) \text{ c.c. (N) NaOH}$ দ্রবণ প্রশমিত করে

$\frac{60 \times 0.1185 \times 22.4}{1000} = 0.1592 \text{ লিটার HCl}$

$= 159.2 \text{ c.c. HCl N.T.P.-তে।}$

25. How much NH_3 will be evolved at 27°C and 750 mm. pressure from 10 gm. of NH_4Cl ? How much $\left(\frac{\text{N}}{10}\right) \text{H}_2\text{SO}_4$ will be neutralised by this amount of ammonia?

10 গ্রাম $\text{NH}_4\text{Cl} = \frac{10}{53.5}$ গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ NH_4Cl এবং
 $\frac{10}{53.5}$ গ্রাম তুল্যাংক NH_4Cl হইতে $\frac{10}{53.5}$ গ্রাম তুল্যাংক $\text{NH}_3 =$
 $\frac{10}{53.5} \times 22.4$ লিটার $= 4.1869$ লিটার NH_3 N. T.P.-তে পাওয়া যাইবে।

[কারণ, প্রতি গ্রাম-অণু গ্যাসীয় পদার্থ N. T. P.-তে $= 22.4$ লিটার এবং NH_3 গ্যাসের গ্রাম-অণু ও গ্রাম তুল্যাংক অভিন্ন (same) 17 গ্রাম]

যদি 27°C ও 750 mm. চাপে 4.1869 লিটার NH_3 গ্যাসের আয়তন হয় $= V$ c. c.

$$\text{তবে, } V = \frac{4.1869 \times 760 \times 300}{750 \times 273} = 4.6 \text{ লিটার} \left[\text{কারণ } \frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} \right]$$

আবার, N. T. P তে 4.1869 লিটার NH_3

$$= \frac{4.1869}{22.4} \text{ গ্রাম-তুল্যাংক } \text{NH}_3 = \left(\frac{4.1869}{22.4} \right) \times 49 \text{ গ্রাম } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$= \frac{4.1869}{22.4} \text{ লিটার (N) } \text{H}_2\text{SO}_4 = \frac{4.1869 \times 10}{22.4} \text{ লিটার } \left(\frac{\text{N}}{10} \right) \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$= 1.869 \text{ লিটার } \left(\frac{\text{N}}{10} \right) \text{H}_2\text{SO}_4$$

26. A solution of caustic soda was prepared containing 4.74 gms/litre. Calculate the volume of HCl gas at N. T. P. which when dissolved in water will neutralise 60 c.c. of the alkali soln.

$$\text{NaOH দ্রবণের ঘাত্তা} = \frac{4.74}{40} (\text{N})$$

$$\therefore 60 \text{ c.c. কার দ্রবণ} = \left(60 \times \frac{4.74}{40} \right) \text{c.c. (N)} = 7.11 \text{ c.c. (N) দ্রবণ}$$

যেহেতু 1000 c.c. (N) দ্রবণে থাকে এক গ্রাম তুল্যাংক কার (NaOH)

$$\text{অতরাং } 7.11 \text{ c.c. (N) NaOH দ্রবণে আছে} = \frac{7.11}{1000}$$

$$= .00711 \text{ গ্রাম-তুল্যাংক কার।}$$

এই গ্রাম-তুল্যাংক পরিমাণ কার সমতুল্যাংকের HCl গ্যাস প্রশমি করিবে। যথা :

1N. T. P.তে এক গ্রাম-তুল্যাংক HCl গ্যাসের আয়তন = 22.4 লিটা

$$\therefore \text{N. T. P.তে } 0.00711 \text{ গ্রাম তুল্যাংক HCl গ্যাসের আয়তন} \\ = 22.4 \times 0.00711 = 0.1593 \text{ লিটার।}$$

সুতরাং, 0.1593 লিটার HCl গ্যাস প্রদত্ত কাব দ্রবণকে প্রশমিত করিবে

27. One gram of impure sodium carbonate is dissolved in water and the solution made up to 250 c.c. To 50 c.c. of this solution 30.4 c.c. of 0.15 (N) HCl are added and the mixture requires for neutralisation 10 c.c. of 0.12 (N) NaOH soln. Determine the strength of the impure carbonate soln. in terms of normality and percentage of pure sodium carbonate in the impure sample.

মনে কব, Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা = X (N)

$$\therefore 50 \text{ c.c. } X \text{ (N) } \text{Na}_2\text{CO}_3 = (50 \times X) \text{ c.c. (N) } \text{Na}_2\text{CO}_3 \\ \text{এবং } 10 \text{ c.c. } 0.12 \text{ (N) } \text{NaOH} = (10 \times 0.12) \text{ c.c. (N) } \text{NaOH} \\ = 1.2 \text{ c.c. (N) } \text{NaOH}$$

$\therefore \text{Na}_2\text{CO}_3$ ও NaOH দ্রবণের সমগ্র কারের পরিমাণ

$$= (50X + 1.2) \text{ c.c. (N) কাব দ্রবণ} \\ = 30.4 \text{ c.c. } 0.15 \text{ (N) HCl} \\ = (30.4 \times 0.15) \text{ c.c. (N) HCl} = 4.56 \text{ c.c. (N) HCl}$$

$\therefore (50X + 1.2) \text{ c.c. (N) কার} = 4.56 \text{ c.c. (N) HCl}$

$$\text{অথবা } 50X + 1.2 = 4.56, \text{ অর্থাৎ } X = 0.0672$$

সুতরাং, Na_2CO_3 দ্রবণের মাত্রা 0.0672(N)

প্রতি লিটার (N) Na_2CO_3 দ্রবণে পাওয়া যায় 53 গ্রাম Na_2CO_3

$\therefore 250 \text{ c.c. } 0.0672 \text{ (N) } \text{Na}_2\text{CO}_3$ দ্রবণে পাওয়া যায়

$$\frac{53 \times 0.0672}{4} = 0.8904 \text{ গ্রাম } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

অর্থাৎ, 1 গ্রাম অবিশুদ্ধ Na_2CO_3 -এ আছে 0.8904 গ্রাম Na_2CO_3 ,
সুতরাং 100 গ্রাম অবিশুদ্ধ Na_2CO_3 -তে আছে 89.04 গ্রাম বিশুদ্ধ Na_2CO_3 .

Questions to be discussed

1. Define the equivalent weights of acid, base and salt. What are the gram equivalent weights of pure sodium carbonate, caustic soda and $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; NaCl and MgO ?

2. What is a normal solution? How would you prepare a normal, decinormal solution of sodium carbonate? What is a molar solution?

3. What do you understand by neutralisation? Describe a simple experiment of neutralisation? What do you understand by the factor of a standard solution?

4. What is acidimetry and alkalimetry? How would you determine the strength of an acid with the help of a standard solution of sodium carbonate?

5. How much Na_2CO_3 would you take to prepare its decinormal solution in a 100 c. c. bottle? Can you prepare a standard solution of H_2SO_4 by direct measuring of laboratory acid? Define primary and secondary standard.

6. How would you relate 10% Na_2CO_3 solution to $\left(\frac{N}{10}\right)$ and (N) solution? Describe how would you prepare (N) Na_2CO_3 soln.

7. How much NaOH will be available in 60 c. c. of 1.6 (N) NaOH sol.?

What will be the amount of Na_2CO_3 in 10 c. c. of 2(N) soln.?

Ex. 10 10 c. c. (N) acid neutralise 5 c. c. alkali of unknown strength. How would you prepare a normal solution of the alkali?

9. 1.5 c. c. (N) solution are equivalent to how many c. c. of 2N, $\frac{N}{10}$ and $\frac{N}{100}$ solution? What will be the volume of 200 c. c. .01 (N) sol when reduced to normality?

[Ans : 75 c.c. ; 15 c.c. ; 150 c.c. ; 2 c.c.]

10. How much water is to be added to 25 c.c. of 1.4 (N) solution to reduce it to a normal solution? [Ans. 10 c.c.]

11. Determine the number of gram equivalents of solute in (a) 500 c.c. of 2 (N) H_2SO_4 soln. (b) 500 c.c. of 6 (N) H_2SO_4 soln.

[Ans. 1 গ্রাম তুল্যাক, 3 গ্রাম তুল্যাক]

12. Find the number of gram equivalents in (a) 250 c.c. of 0.5 (N) HNO_3 soln. (b) 25 c.c. of 0.125 (N) KOH soln. (c) 100 c.c. of 0.25 (N) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ soln.

[Ans : (a) 0.125 গ্রাম তুল্যাক ; (b) .003 গ্রাম তুল্যাক ;

(c) .25 গ্রাম তুল্যাক]

13. Find number of grams of solute required for the preparation of (a) 1 litre of .05(N) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ soln. (b) 15 c.c. of 15(N) NH_3 soln. (c) 20 c.c. of 9(N) H_3PO_4 soln.

[Ans : (a) 3.3 গ্রাম ; (b) 3.8 গ্রাম ; (c) 4.9 গ্রাম]

14. Find the weights of the solute present in (a) 25 c.c. of .105(N) H_2SO_4 ; (b) 20.5 c.c. of (N) NaOH (factor=.95)

[Ans. (a) .1019 গ্রাম (b) 1.09 গ্রাম]

15. Determine the normality of (a) 21 gm KOH in 25 litre of soln. ; (b) 4.9 gram H_3PO_4 in 400 c.c. of the soln. ; (c) 5% NaOH soln. ; (d) Na_2CO_3 of 13.25 gm/litre strength.

[Ans : (a) 0.15N ; (b) 0.45N , (c) .9N , (d) .25N]

16. Calculate the strength of the following as gram per litre : (a) 10 (N) HCl ; (b) 3.44(N) HNO_3 ; (c) $\left(\frac{\text{N}}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$ (factor=.102) ; (d) 40(N) NH_3 .

[Ans : (a) 365 গ্রাম ; (b) 216.72 গ্রাম ; (c) 5.446 গ্রাম , (d) 680 গ্রাম]

17. How would you calculate the strength of the following solution in normality ?

(i) 10% NaOH soln ; (ii) 5.56 gram per litre Na_2CO_3 soln.

(iii) 3.65 gm/litre HCl , (iv) 5 c.c. .001 (N) soln.

[Ans : (i) 2.5 N , (ii) 1.5 N , (iii) .1 N , (iv) .005 N]

11. Express the strength of the following solution in terms of gram per litre :

(i) 5(N) HCl ; (ii) 1.5 (N) HNO_3 ; (iii) $\left(\frac{\text{N}}{100}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$;

(iv) (N) 5(N) NaCl

[Ans : (i) 5×36.5 গ্রাম ; (ii) 1.5×63 গ্রাম ;

(iii) .53 গ্রাম ; (iv) 292.5 গ্রাম]

19. Calculate the amount of the substances in grams in the following solution :

(i) 20.5 c.c. $\left(\frac{\text{N}}{10}\right) \text{Na}_2\text{CO}_3$; (ii) 10 c.c. 5 (N) H_2SO_4 ;

(iii) 40 c.c. 2 (N) NaOH ; (v) 5 c.c. .01 (N) HCl .

[Ans : (i) .1086 গ্রাম ; (ii) .049 গ্রাম ; (iii) 3.2 গ্রাম ;

(iv) .1825 গ্রাম]

20. How much of 10% Na_2CO_3 soln, will be required to neutralise 1000 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ H_2SO_4 solution ? [Ans. 53 c.c.]

21. 10 c.c. of Na_2CO_3 are required to neutralise 8'2 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl . Calculate the strength of Na_2CO_3 in terms of (i) normality (ii) gram per litre. [Ans : '082 (N) (ii) 2'546 গ্রাম]

22. 0'5 gram of CaCO_3 is required to neutralise 50 c.c. of dil HCl ; calculate the normality of the acid. [Ans. 2N]

23. 15 c.c. of $\left(\frac{N}{2}\right)$ HCl , 120 c.c. '01 (N) HCl , 16'5 c.c. $\left(\frac{N}{10}\right)$ HCl and 36'5 c.c. $\left(\frac{N}{100}\right)$ HCl are mixed together. Calculate the strength of the acid. [Ans. '056N]

24. What is decinormal solution of H_2SO_4 ? 20 c.c. H_2SO_4 neutralise 21'2 c.c. 3% Na_2CO_3 . How would you reduce the strength of the acid to deci-normality ? [$\text{Na}=23$; $\text{S}=32$]

[Ans. প্রতি 1 c.c. H_2SO_4 আশ্রিতে 5 c.c. জল মিশাইতে হইবে।]

25. Attempt any two of the following problems :

(i) Determine (a) how many c.c. of 15 (N) NH_3 soln. are necessary to prepare 60 c.c. 5 (N) NH_3 soln (b) normality of HNO_3 made by diluting 22'5 c.c. 16 (N) HNO_3 with water to 60 c.c. [Ans : (a) 20 c.c. (b) 6 (N)]

(ii) What volume of 36 (N) H_2SO_4 soln. will be necessary to prepare 30 c.c. of 1'2 (N) H_2SO_4 ? [Ans. 1 c.c.]

(iii) How much water in c.c. is required to make 30 c.c. of 0'3 (N) HCl from 1'2 (N) HCl ? [Ans. 29'25 c.c.]

(iv) If 50 c.c. water are added to 10 c.c. of (N) HNO_3 what is the normality of the soln. ? [Ans : N/6]

(v) Convert 29'8 c.c. of 0'1383 (N) KOH to the equivalent volume of (N) KOH . [Ans. 4'12 c.c.]

(vi) How many c.c. of 0'4 (N) KOH soln. will be necessary to neutralise 10 c.c. of (a) 0'1 (N) HCl ; (b) 0'1 (N) H_2SO_4 (c) 0'05 (N) H_3PO_4 (d) (N) HNO_3 ?

[Ans. (a) 2'5 c.c. (b) 2'5 c.c. (c) 1'25 c.c. (d) 25 c.c.]

(vii) How many c.c. of 0.5 (N) HCl will react completely with 0.51 gram of lime stone (96% pure CaCO_3) [Ans. 20.4 c.c.]

(viii) 24 c. c. of H_2SO_4 react completely with 0.265 gram of pure Na_2CO_3 . Calculate the normality of the acid.

[Ans. 0.25 (N)]

(ix) Calculate in c.c. the volume of 2.5 (N) NaOH necessary to neutralise completely 10 c. c. of H_2SO_4 having sp. gr. of 1.84 and containing 98.0% by weight of active H_2SO_4 .

[Ans. 147 c.c.]

(x) How much of 0.6 (N) HNO_3 in c.c. will react completely with 31.1 c.c. of Na_2CO_3 soln. (sp. gr. 1.10 and containing 10 per cent by wt. pure Na_2CO_3) ?

[Ans. 107 c.c.]

25. How many c. c. of a decinormal soln. of KOH are required to neutralise 19.8 c.c. of semi-normal hydrochloric acid ?

[Ans. 99 c. c.]

27. To 50 c. c. of a soln. of HCl 25 c. c. of 0.82 (N) NaOH soln. were added. The excess of acid in the soln. required 30 c.c. of 0.09 (N) Na_2CO_3 soln. for neutralisation. Calculate the normality of the soln. and the number of gms. per litre of the soln.

[Ans. 0.464 (N) ; 16.936 gms.]

28. 10 gms. of caustic soda, containing 95% of pure NaOH are dissolved in 200 c. c. of water. 50 c. c. of 1.5 (N) HCl are mixed with the soln. and then diluted to 500 c. c. Calculate the acidity and alkalinity of the resultant mixture and find the strength in terms of normality.

[Ans. 0.325 (N) Alkali]

29. 0.5 c.c. of H_2SO_4 is dissolved in water and the volume made up to 500 c.c. 10.2 c.c. of this diluted acid neutralise exactly 22.7 c.c. of $\left(\frac{N}{10}\right)$ Na_2CO_3 soln. What volume of water must be added to 400 c.c. of the diluted acid to make it exactly deci-normal ?

[Ans. 490.1 c.c.]

30. 10 gms of soda crystal ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) are required to neutralise 50 c.c. of a sample of HCl soln. How many c.c. of this acid must be diluted and made up to one litre that may get a (N) soln. of HCl ?

[Ans. 715.3 c.c.]

31. A specimen of lime stone contain 60% CaCO_3 . Calculate the amount of stone which will be required to generate sufficient CO_2 to convert one litre of (N) NaOH soln. into sodium carbonate ? [Ans. 83.3 gms]

32. 0.2815 gm of CaCO_3 after dissolving in 30 c.c. of (N) HNO_3 required 24.43 c.c. of (N) NaOH for excess of acid. Calculate the percentage of CO_2 in the sample. [Ans. 43.53%]

33. 25 c.c. of NaOH soln. neutralise exactly 22.5 c.c. of a soln. of a dibasic acid (containing 1.4175 gms in 250 c.c. of molecular wt. of which is 126, and 10 c.c. of the same NaOH soln. also neutralise exactly 8 c.c. of a soln H_2SO_4 . Calculate the strength of H_2SO_4 in terms of normality. [Ans. 0.1012 N]

34. 1.216 gms of $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ were boiled with an excess of NaOH and NH_3 collected in 100 c.c. of (N) H_2SO_4 . The excess of acid required 81.6 c.c. (N) NaOH for neutralisation. Calculate the percentage of NH_3 in $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. [Ans. 25.72]

35. A specimen of chalk contains CaSO_4 as impurity. 1 gm of the sample was treated with 230 c.c. $\left(\frac{\text{N}}{10}\right)$ HCl . The excess of acid required 8 c.c. of 0.45 (N) NaOH for neutralisation. Calculate the percentage of chalk in the sample. [Ans. 47%]

35. What volume of .976 (N) H_2SO_4 will neutralise 10 c.c. 1.14 (N) NaOH ? [Ans. 11.4 c.c]

37. 55 c.c. of NaOH soln. required 41 c.c. of (N) H_2SO_4 to neutralise it. Calculate the strength of the alkali soln. in terms of (a) normality and (b) percentage. [Ans. (a) 0.7454(N) (b) 2.98%]

38. 1.3456 gm of Na_2CO_3 are dissolved in water and the volume of the soln made up to 250 c.c. ; 25 c.c. of the soln exactly neutralise 24.85 c.c. of a soln of H_2SO_4 Calculate the normality of (a) Na_2CO_3 soln, (b) acid soln, and (c) the amount of Na_2SO_4 formed on neutralisation.

[Ans. (a) 0.1016 (N) ; (b) 0.1022 (N) (c) Na_2SO_4 0.1803 gm.]

39. 0.4 gm. of pure CaCO_3 was found to neutralise 45 c.c. of dilute HCl . Calculate the normality of the acid.

[Ans. 0.1778 (N)]

40. 2 gms of the carbonate of a metal were dissolved in 50 c.c. of (N) HCl. The resulting liquid required 100 c.c. of $\left(\frac{N}{10}\right)$ NaOH soln. to neutralise. Calculate the equivalent wt. of the carbonate. [Ans. 0.50]

41. Define a normal solution. How do you calculate the weights of Na_2CO_3 and H_2SO_4 required to prepare one litre of normal solution of each ?

50 ml of (N) H_2SO_4 are poured into 50 ml of (N/2) NaOH. Is the resulting solution acid or alkaline ?

Calculate its strength in normality ($\text{Na}=23$, $\text{S}=32$, $\text{O}=12$).

[H. S. Exam. 1963]

42. Define equivalent of an element, equivalent weight of an acid and equivalent weight of a base.

Give illustrations.

Explain with the help of the phenomenon of electrolytic dissociation what happens when a base is neutralised by an acid.

If 25 ml of $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 sol. ($F=1.05$) are neutralised by 19.5 ml. of a solution of sulphuric acid, calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. Calculate the volume of the acid to be diluted to one litre to make it exactly decinormal. [H. S. 1963 (Comp)]

জৈব রসায়ন

জীবজগতে প্রাণী ও উদ্ভিদজাত বস্তুগুলি প্রকৃতির এক অদ্ভুত বিশ্বয়। কার্বন ও হাইড্রোজেন এবং সেই সঙ্গে অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন—মূলত এই চারটি মাত্র মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত প্রায় দশ লক্ষ জৈববস্তুর সম্মান পাওয়া গিয়াছে। পক্ষান্তরে প্রায় একশতটি প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত অজৈব বস্তুর সংখ্যা পঁচাত্তর হাজারের বেশি নয়। এই জৈব বস্তুগুলির প্রকৃতি, বাসায়নিক ধর্ম এবং গঠনের মূল বহুস্তর উনবিংশ শতাব্দীর প্রথমার্ধেও ছিল অজ্ঞাত। বহুকাল হইতে বিজ্ঞানী ও অবিজ্ঞানী—সবাইকাব ধারণা ছিল যে জৈব বস্তু একমাত্র প্রাণধর্মী জীব হইতে উদ্ভূত হয় এবং সব জৈব বস্তুর গঠন-প্রকৃতি কোন বিশেষ প্রাণশক্তি (vital force) দ্বারা প্রভাবিত। এই কারণেই আগে ধারণা ছিল যে জৈবিক উৎস ছাড়া কৃত্রিমভাবে কোন জৈব বস্তু তৈরী করা সম্ভব নয়।

সুদূর প্রাচীনকালেও মানব সভ্যতায় অগণিত জৈব বস্তুর উপাদান ও ব্যবহার প্রচলিত ছিল। তৈল, ঘি, মাখন, শর্করা, সুগন্ধি, ভিনিগার, রজন—অনুরূপ অজস্র জৈব বস্তু ছাড়াও নানারূপ প্রাকৃতিক জৈব বস্তু ব্যবহার করিয়া রঙ তৈরীকৃত শিল্প, সুরাসার বা অ্যালকোহল-শিল্প, এবং সাবান শিল্পের গ্রাহ অনেক রকম শিল্প গড়িয়া উঠে।

এই সমস্ত জৈবিক বস্তুর গঠন-প্রকৃতির সম্মান শুরু হয় আঠার শতাব্দীতে। এই সময় শিলী, ল্যাভয়সিয়ার, বার্জিলাস, বার্থোলে প্রমুখ বিজ্ঞানীরা প্রাকৃতিক জৈব পদার্থ পাতন ও গাঁজান (distillation and fermentation) পন্থায় অনেক রকম জৈবিক অ্যাসিড এবং কতকগুলি জৈব বস্তু তৈরী করিতে সক্ষম হন। ল্যাভয়সিয়ারের পরীক্ষায় জানা যায় যে প্রতিটি জৈব পদার্থের প্রধান উপাদান কার্বন ও হাইড্রোজেন। পরে আরও জানা যায় যে অনেক জৈব পদার্থের মধ্যে অক্সিজেন এবং নাইট্রোজেনও পাওয়া যায়। পরবর্তী গবেষণায় দেখা যায়, কোন কোন জৈবিক পদার্থের

মধ্যে সালফার, ফসফরাস, ছালোজেন এবং বিশেষ করে কয়টি ধাতুও পাওয়া যায়।

জৈব পদার্থের গবেষণায় বিজ্ঞানী বার্ডিলাস প্রমাণ করেন যে জৈব (organic) পদার্থগুলি অজৈব (inorganic) পদার্থের দ্বারা রসায়নের একই মূল সূত্র অনুসরণ করে। কিন্তু এই সিদ্ধান্তের সঙ্গে জৈব বস্তুর গঠনে আরেকটি বিষয়কর তথ্যের সম্মান পাওয়া যায়। অজৈব বস্তুর ক্ষেত্রে দেখা যায়, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন দ্বারা গঠিত H_2O —এই ফর্মুলার একমাত্র জল ছাড়া আর কোন বস্তুর পরিচয় দেওয়া যায় না। সেইরূপ H, O ও S দ্বারা গঠিত সালফিউরিক অ্যাসিড নামের একটি মাত্র পদার্থের ফর্মুলা— H_2SO_4 ; এরূপ ফর্মুলা দ্বারা অত্র কোন পদার্থের পরিচয় দেওয়া সম্ভব নয়। কিন্তু C, H ও O—এই তিনটি মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত C_2H_6O —এরূপ একটি মাত্র ফর্মুলার দুইটি জৈবিক পদার্থ পাওয়া যায়। ইহার একটি গ্যাসীয় পদার্থ ইথার এবং অপরটি তরল পদার্থ অ্যালকোহল। C, H ও O দ্বারা গঠিত একটিমাত্র $C_8H_{12}O_4$ ফর্মুলায় 66টি বিভিন্ন জৈব যৌগের পরিচয় দেওয়া যায়। একই মৌলিক পদার্থের একই সংখ্যক পরমাণু দ্বারা গঠিত হওয়া সত্ত্বেও যে এরূপ বিভিন্ন জৈব যৌগ গঠিত হইতে পারে, জৈব বস্তুর এরূপ বিচিত্র গঠনবিধি লক্ষ্য করিয়া বার্ডিলাস এবং অন্যান্য বিজ্ঞানীরা নিঃসন্দেহ হন যে কোন প্রাণশক্তির প্রক্রিয়া ভিন্ন একই সংখ্যক একই রকম মৌলিক পদার্থ দ্বারা এরূপ বিভিন্ন জৈব যৌগ গঠিত হওয়া সম্ভব নয়। এই যুক্তি বিশেষ প্রতিষ্ঠালাভ করে এইজন্য যে, এসময়ে অজৈব পদার্থ হইতে কৃত্রিমভাবে কোন জৈব পদার্থ তৈরী করার কোন উপায় জানা ছিল না।

1828 খ্রীষ্টাব্দে হাইডিস বিজ্ঞানী বার্ডিলাসের জার্মান ছাত্র উহলার (Wohler) আকস্মিক একটি ঐতিহাসিক আবিষ্কার করিকে সক্ষম হন। তিনি অ্যামোনিয়া (NH_3) এবং সায়ানিক অ্যাসিডের ($CNOH$) সংযোগে অ্যামোনিয়াম সায়ানেট (NH_4OCN) তৈরী করার সময় দৈবক্রমে একটি অজ্ঞাত জৈব পদার্থ আবিষ্কার করেন। পরীক্ষায় দেখা যায় এই জৈব পদার্থটি প্রাকৃতিক জৈব পদার্থ ইউরিয়া ($Urea$)। ইহা সমস্ত স্তন্যপায়ী জীবের সূত্রের মধ্যে পাওয়া যায়। ইউরিয়া গঠিত হয় এইভাবে :



কৃত্রিমভাবে ইউরিয়া উৎপাদনে সক্ষম হইয়া উহ্লার বার্মিলাসকে এক চিঠি লিখিয়া জানান “প্রাণীর পাকাশয় ছাড়াও আমি ইউরিয়া তৈরী করিতে পারি।” উহ্লারের পরীক্ষায় সর্বপ্রথম প্রমাণিত হয় যে অজৈব পদার্থ হইতে কৃত্রিমভাবে জৈব পদার্থ তৈরী করা যায়। উহ্লারের পরে কৃত্রিমভাবে আবও অনেক জৈব পদার্থ তৈরী করা সম্ভব হয়।

জীবন্ত পদার্থ হইতে পাওয়া যায় বলিয়া এবং প্রাণশক্তির প্রভাবে গঠিত হয় এই ধারণা করিয়া আগে জৈব বস্তুর বসায়ন-বিছাকে জৈব রসায়ন বা ‘অরগেনিক কেমিস্ট্রি’ (Organic Chemistry) বলা হইত। কিন্তু পরবর্তী গবেষণায় জানা যায় যে জৈব ও অজৈব বস্তুর গঠন মূলত কোন পার্থক্য নাই। জৈব বস্তুর গঠন কোন প্রাণশক্তির উপর নির্ভরশীল নয় এবং প্রতিটি জৈব বস্তুর মূল উপাদান প্রধানত মৌলিক পদার্থ কার্বন। তাই জৈব রসায়নকে বর্তমানে কার্বন যৌগের রসায়ন ‘কেমিস্ট্রি অব কার্বন কম্পাউন্ডস্’ (Chemistry of carbon compounds) নামেও অভিহিত করা হয়। যেহেতু অধিকাংশ জৈব যৌগে কার্বনের সহিত অবিচ্ছেদ্য উপাদানরূপে হাইড্রোজেন বর্তমান থাকে সেহেতু জৈব বসায়নকে বর্তমানে হাইড্রোকার্বন যৌগের রসায়ন বা ‘কেমিস্ট্রি অব হাইড্রোকার্বনস্’ (Chemistry of Hydrocarbons and their derivatives) নামেও কথিত হইতে পারে।

জৈব রসায়নের প্রধান বৈশিষ্ট্য

জৈব রসায়ন মূলত কার্বন যৌগের রসায়ন। কার্বনের দুইটি অক্সাইড এবং বিভিন্ন ধাতুর কার্বনেট বা কাববাইড একরূপ অরূপ কয়েকটি যৌগ ছাড়া অন্যান্য প্রায় সমস্ত কার্বন যৌগ জৈব রসায়নের অন্তর্ভুক্ত। জৈব ও অজৈব তথা অরগেনিক ও ইন-অরগেনিক রসায়নের মধ্যে মূলত কোন পার্থক্য নাই। কিন্তু জৈব যৌগের প্রাচুর্য এবং অজৈব যৌগ হইতে কয়েকটি বিষয়ে জৈব যৌগের বৈশিষ্ট্যের জ্ঞান বসায়নের পার্থক্য ও স্বকীয়তা প্রাণধানযোগ্য। জৈব রসায়নের বৈশিষ্ট্যগুলি অরূপ :

(i) কার্বন যৌগ : জৈব পদার্থ মাঝেই মৌলিক পদার্থ কার্বন বর্তমান। তাই, জৈব যৌগ সাধারণত দ্বি-পদার্থ। যথা : মিথেন (CH_4), বেঞ্জিন

(C_6H_6) ইত্যাদি। জৈব যৌগের দহন ক্রিয়ায় প্রধানত কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প তৈরী হয়। কিন্তু কোন যৌগে কার্বন বর্তমান থাকিলেই তাহা জৈব যৌগ হয় না। যেমন : সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) অজৈব যৌগ।

(ii) জৈব পদার্থের মৌল ও যৌগ সংখ্যা : জৈব যৌগ কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন—প্রধানত এই চার রকম মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত। অবশ্য কোন কোন জৈব বস্তুতে সালফার, হ্যালোজেন এবং কোন কোন ধাতুও পাওয়া যায়। পক্ষান্তরে অজৈব যৌগ প্রায় 92 রকম মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত। তাহা সত্ত্বেও এপর্যন্ত আবিষ্কৃত জৈব যৌগের সংখ্যা প্রায় দশ লক্ষ, কিন্তু অজৈব যৌগের সংখ্যা পঁচাত্তব হাজারের বেশী নয়।

(iii) জৈব যৌগ গঠনের জটিলতা : জৈব যৌগের গঠন জটিল, কিন্তু অজৈব যৌগের গঠন সরল। কোন কোন জৈব যৌগ C, H ও O—মাত্র এই তিন রকমের মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত কিন্তু ইহাদের পরমাণুর সংখ্যা হাজারের চেয়ে বেশি। যেমন, এক ধবনের স্টার্চ জাতীয় জৈব বস্তুর ফর্মুলা $C_{1200} H_{2000} O_{1000}$ । কিন্তু অজৈব বস্তুর ফর্মুলা অনেক সরল।—যেমন, H_2O , H_2SO_4 , $K_2Cr_2O_7$ ইত্যাদি।

(iv) এক রকম মৌলের একই সংখ্যক পরমাণু দ্বারা বিভিন্ন জৈব যৌগ গঠন : ফর্মুলা এক হইলেও জৈব যৌগ বিভিন্ন হইতে পারে। যেমন, C_2H_6O —এই ফর্মুলা দ্বারা ইথাইল অ্যালকোহল এবং মিথাইল ইথার—এই দুই রকম বিভিন্ন জৈব যৌগ নির্দেশ করা যায়। $C_{10}O_3H_{15}N$ —এই ফর্মুলায় 135 রকম জৈব পদার্থের আণবিক ফর্মুলায় পরিচয় দেওয়া যায়। কিন্তু অজৈব যৌগে সাধারণত একটি ফর্মুলায় একটি মাত্র যৌগে নির্দেশ করে। H_2SO_4 —এরূপ অজৈব যৌগের ফর্মুলায় একমাত্র সালফিউরিক অ্যাসিড ছাড়া অন্য কোন অজৈব যৌগের পরিচয় দেওয়া সম্ভব নয়।

(v) জৈব যৌগের আকৃতি বা গঠন-কাঠামো : একই ফর্মুলায় ভিন্ন ভিন্ন জৈব যৌগ পাওয়া যায় ইহাদের পরমাণু বিস্তারের বিভিন্নতার জন্য। অণুর কাঠামোর অভ্যন্তরে পরমাণুর এরূপ বিস্তারকে বলা হয় অণুর আকৃতি বা গঠন-কাঠামো বা স্ট্রাকচার (structure)।

জৈব যৌগে একই পরমাণুপুঞ্জের বিভিন্ন বিস্তার তথা স্ট্রাকচার গঠন সম্ভব, এবং অনেক অণুর ক্ষেত্রেই এরূপ দেখা যায়। তাই, জৈব যৌগে একই ফর্মুলায় বিভিন্ন যৌগ গঠন সম্ভব। কিন্তু অজৈব যৌগে একই ফর্মুলায় সাধারণত ভিন্ন

ভিন্ন যৌগ গঠন সম্ভব নয় । [কোন কোন অটিল অজৈব যৌগের আইসোমার পাওয়া যায় ।]

(vi) জৈব যৌগের আয়নীয় গঠন : জৈব যৌগ সাধারণত 'ইলেক্ট্রোভ্যালেন্ট' বা আয়নীয় বোজ্যতার যৌগরূপে গঠিত নয়,—ইহারা প্রধানত 'কো-ভ্যালেন্ট' বা সম-বোজ্যতার যৌগরূপে গঠিত । অজৈব যৌগের গঠন প্রধানত জৈব যৌগের বিপরীত । তাই, জৈব যৌগ সাধারণত জলে অদ্রবণীয় কিন্তু জৈব তরলে দ্রবণীয় । জলীয় দ্রবণে অজৈব যৌগের তড়িৎ-বিশ্লেষণ ঘটে এবং আয়ন গঠিত হয় কিন্তু জৈব যৌগের তড়িৎ-বিশ্লেষণ খুব কম ক্ষেত্রেই ঘটে এবং সাধারণত আয়ন গঠিত হয় না । জৈব পদার্থের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের মাত্রা কম কিন্তু অজৈব পদার্থের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের মাত্রা বেশী ।

(vii) জৈব যৌগের মন্থর বিক্রিয়া : সাধারণত জৈব যৌগেব আয়নীয় বিশ্লেষণ ঘটে না । তাই জৈব যৌগেব বিক্রিয়াব জন্ম অপেক্ষাকৃত অনেক বেশি সময় প্রয়োজন । কিন্তু সাধারণত অজৈব যৌগের আয়নীয় বিশ্লেষণ ঘটে বলিয়া ইহাদের বিক্রিয়া দ্রুত গতিতে অহুষ্ঠিত হয় ।

(viii) জৈব যৌগের উপর তাপের প্রভাব : জৈব যৌগ অতিরিক্ত তাপের প্রভাবে সহজেই ভাঙিয়া যায় এবং ইহাদের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের মাত্রা কম । কিন্তু অজৈব যৌগ সাধারণত উচ্চ তাপ সহ্য কবিতে পারে এবং ইহাদের গলনাংক ও স্ফুটনাংকের মাত্রাও অপেক্ষাকৃত বেশি ।

(ix) জৈব যৌগের উপর জারক ও বিজারক দ্রব্যের বিষম ক্রিয়া : একই জারক বা বিজারক দ্রব্য বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগেব উপবে বিভিন্ন রকম বিক্রিয়া ঘটায় । কিন্তু অজৈব যৌগে একরকম জারক বা বিজারক দ্রব্য একই রকম বিক্রিয়া ঘটায় ।

(x) জৈব বিক্রিয়ার উপাদান : জৈব বিক্রিয়ায় উৎপন্ন দ্রব্য সাধারণত বিশুদ্ধ নয় । তাই জৈব বিক্রিয়ায় উৎপন্ন দ্রব্যেব পরিশোধন প্রয়োজন হয় ।

(xi) পলিমারাইজেশন : জৈব যৌগে অনেক ক্ষেত্রে অণু-সংযোগের ফলে বৃহত্তর কাঠামোর ভিন্ন পদার্থের অণু তৈরী হয় । যথা : $3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$ (বেঞ্জিন) ; অজৈব যৌগ এরূপ ধর্ম সাধারণত দেখা যায় না ।

(xii) সম্মগণ : জৈব যৌগ সাধারণত কতগুলি সমগোত্রীয় শ্রেণীতে ভাগ করা যায় । অজৈব যৌগে তাহা সম্ভব নয় ।

(xiii) **ফাংশনাল গ্রুপ :** জৈব যৌগের ফাংশনাল গ্রুপ ইহার ধর্ম নির্দেশ করে। কিন্তু অজৈব যৌগে জৈব যৌগের ত্রায় ফাংশনাল গ্রুপ দেখা যায় না।

জৈব রসায়নের অবদান

জৈব রসায়নের কাছে আমাদের জীবন ও সভ্যতার ঋণ অপরিসীম। আমাদের স্বাস্থ্য, বস্ত্র, খাদ্য,—আমাদের নিত্য প্রয়োজনীয় অগণিত বস্তু—আমাদের সভ্যতার নানা উপাদান জৈব বস্তুর উপর নির্ভরশীল। প্রাণী ও উদ্ভিদজাত জৈব বস্তু আহরণ করিয়া এবং অগণিত জৈব বস্তুর ধর্ম ও প্রকৃতি বিশ্লেষণ করিয়া,—জীবন ও সভ্যতার প্রয়োজনে নানানভাবে জৈব বস্তুর প্রয়োগ করিয়া এবং বর্তমানে বসায়ন বিজ্ঞানীর গবেষণাগারে নানা রকম কৃত্রিম জৈব বস্তু আবিষ্কার ও শিক্ষাশালায় ইহাদের ব্যাপক উৎপাদন ব্যবস্থা প্রবর্তন করিয়া মানব সভ্যতার প্রভূত উন্নতি সাধন করা সম্ভব হইয়াছে এবং হইতেছে।

সুখম খাদ্য : আমাদের আহাৰ্য ত্রব্য প্রায় সবই জৈব পদার্থ। এই সমস্ত আহাৰ্য ত্রব্যের ধর্ম, প্রকৃতি ও গঠন জানিয়া সুখম খাদ্যের তালিকা প্রবর্তন করিয়া এবং প্রাকৃতিক আহাৰ্য বস্তু হইতে নানারূপ খাদ্য প্রস্তুত করিয়া ও খাদ্য সংরক্ষণের উপায় উদ্ভাবন করিয়া জৈব রসায়ন আমাদের স্বাস্থ্য-বক্ষা ব্যবস্থার উন্নতি করিয়াছে। ভিটামিন আবিষ্কার এবং কৃত্রিমভাবে ভিটামিন তৈরী করার উপায় বাহির হওয়ার ফলে আমাদের স্বাস্থ্যোন্নতির অনেক রহস্য জৈব রসায়ন আমাদের আয়ত্তে আনিয়া দিয়াছে।

বস্ত্র : তুতি, পশম বা পশম জাতীয় বস্ত্র জৈব পদার্থ হইতে তৈরী করা হয়। জৈব রসায়নের আবিষ্কারের ফলে বস্ত্রশিল্পের প্রভূত উন্নতি সম্ভব হইয়াছে ; এবং বর্তমানে ‘টেরিলিন’ ‘নাইলন’, কৃত্রিম সিল্ক ইত্যাদি নানা রকম বস্ত্র কৃত্রিমভাবে তৈরী হইতেছে।

জ্বালানী : কাঠ, কয়লা, পেট্রল প্রভৃতি জ্বালানীমাত্রেরই জৈব পদার্থ। জৈব রসায়নীরা এই সব প্রাকৃতিক জ্বালানী হইতে কোল গ্যাস, ওষাটার গ্যাস, প্রিডিউসার গ্যাস ইত্যাদি নানারূপ জ্বালানী গ্যাস আবিষ্কার করিয়াছেন। বিভিন্ন শিল্পে জ্বালানী রূপে এই সমস্ত গ্যাস প্রয়োগ করা হইতেছে। কাঠ ও কয়লা পাতিত করিয়া আলকাতরা ও জ্বালানী গ্যাস এবং আলকাতরা পাতিত করিয়া পিচ এবং বেঞ্জিন, টলুইন, ফিনল, স্টাণপোলিন ইত্যাদি অনেক রকম জৈব বস্তু আবিষ্কার করা সম্ভব হইয়াছে। বনিজ তৈল হইতেও পেট্রল, কেরোসিন, মবিল তেল, মোম ইত্যাদি আবিষ্কৃত হইয়াছে। এখন কৃত্রিমভাবে কয়লা হইতে কৃত্রিম পেট্রল এবং আরও অসংখ্য কৃত্রিম তেল তৈরী করাও জৈব রসায়নীদেব পক্ষে সম্ভব হইয়াছে।

প্লাস্টিক জ্বব্য : কৃত্রিম কাঠ, নানা রকম প্লাস্টিক, ব্যাকেলাইট জাতীয় নানা রকম কৃত্রিম প্লাস্টিকের আবিষ্কারে এবং কৃত্রিম রবার উৎপাদনের উপায় উদ্ভাবনের ফলে গৃহসজ্জা, আসবাবপত্র এবং যানবাহন চলাচলের অভাবনীয় উন্নতি সাধিত হইয়াছে।

ঔষধ ও রসায়ন : নানা প্রকার কল ও যন্ত্র হইতে দ্রব্য ও রসায়ন আহরণ ও বর্তমানে কৃত্রিমভাবে এই সমস্ত বস্তুর উৎপাদন-পন্থা উদ্ভাবন করিয়া এবং নানারূপ উদ্ভিদ হইতে ঔষধ আবিষ্কার ও এরোগ করিয়া রসায়নীর মানব সভ্যতার অপরিমেয় কল্যাণসাধন করিয়াছেন। ক্লোরোকর্ম, আরোডোকর্ম এবং এরূপ বিভিন্ন ধরনের বিষাক্ত ও জীবাণুনাশক জৈব পদার্থ আবিষ্কার করিয়া একদিকে যেমন চিকিৎসা-বিজ্ঞানের বহুল উন্নতি সাধিত হইয়াছে, তেমনি কৃত্রিমভাবে অগণিত ঔষধ প্রস্তুত করিয়া এবং পেনিসিলিন, ট্রেপটোমাইসিন ও ক্লোরোমাইসিটিন জাতীয় বিন্ধুরকর নানা রকম জৈব বস্তুর আবিষ্কার করিয়া জৈব রসায়ন আমাদের রোগ ও ব্যাধির হাত হইতে রক্ষা করার নিত্য নূতন উপায় উদ্ভাবন করিতেছে।

কৃত্রিম রাসায়নিক : প্রাকৃতিক জৈব বস্তুর উপরে মানব সভ্যতাকে এখন আর সম্পূর্ণরূপে নির্ভর করিতে হয় না। নীল, কপূর, কুইনিন ইত্যাদির ক্ষত এখন আর মানুষ প্রকৃতির সুধাপেকী নয়। কৃত্রিম নীল উৎপাদনের কলে ব্যাপক নীল চাষ একেবারে বন্ধ হইয়া গিয়াছে। আলকাতরা হইতে বে সমস্ত জৈব পদার্থ পাওয়া যায় তাহা ব্যবহার করিয়া এখন বিরাট রঙ-শিল্প গড়িয়া উঠিয়াছে। জৈব রসায়নের অবদানে এখন নানারূপ সাবান ভৈরী সম্ভব। কাগজ, কালি, ক্যালিকো প্রিন্টিং, মোম, রজন, ট্যানিং এবং ডিনারাইট ও অন্যান্য বিস্ফোরক দ্রব্যের অগণিত শিল্প জৈব রসায়নের অবদানে গড়িয়া উঠিয়াছে।

প্রাকৃতিক প্রাণী ও উদ্ভিদের ভাণ্ডার হইতে জৈববস্তু আহরণ করিয়া এবং জৈব রসায়নীর গবেষণাগারে নানারূপ কৃত্রিম জৈব পদার্থ আবিষ্কার করিয়া মানব সভ্যতার প্রভূত কল্যাণ সাধনের অপরিমিত সম্ভাবনায় জৈব রসায়ন গত দেড় শত বৎসরের প্রচেষ্টায় এক বিশ্বব্যব প্রগতির পথে অগ্রসর হইয়া চলিয়াছে।

Questions to be discussed

1. What is organic chemistry ? Why is it now also known as Carbon Chemistry ?
2. What are the differences between Organic and Inorganic Chemistry ?
3. What is the utility of Organic Chemistry ? Illustrate with examples.



সব রকম জ্বালানী পদার্থ মূলত কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত। কার্বন ও হাইড্রোজেন দহনশীল পদার্থ। তাই, জ্বালানী পদার্থও আগুনের সংশ্পর্শে জলিয়া ওঠে। জ্বালানী পদার্থের দহনের সঙ্গে মূলত কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও জলীয় বাষ্প তৈরী হয়। জ্বালানী পদার্থ তিন শ্রেণীর—কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়।

(i) কঠিন জ্বালানী (Solid fuel) : প্রধানত কয়লা ও কাঠ। ইহা সাধারণ চুল্লী, খাতু নিকাশন চুল্লী, রেল ও জাহাজের ইঞ্জিনে ব্যবহৃত হয়।

(ii) তরল জ্বালানী (Liquid fuel) : পেট্রোলিয়াম, কৃত্রিম পেট্রোলিয়াম এবং পেট্রোলিয়াম পাতন-জাত কেরোসিন তেল, স্পিরিট, অ্যালকোহল ইত্যাদি অন্তর্গত তরল জ্বালানী। ইহা মোটর, বিমান, স্টোভ, বিভিন্ন প্রদীপ ও গ্যাস বাতি ইত্যাদিতে ব্যবহৃত হয়।

(iii) গ্যাসীয় জ্বালানী (Gaseous fuel) : নানা রকম দাহ্য গ্যাস, যথা : কোল গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস, প্রিডউলার গ্যাস, স্লামাবেল বা প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদি। ইহা গৃহে রান্নাব কাজে, শিল্প পদ্ধতিতে উত্তাপ সঞ্চারে, এবং অন্তর্গত রাসায়নিক কাজে ব্যবহৃত হয়।

কঠিন জ্বালানী ব্যবহারে ছাই অবশিষ্ট থাকে কিন্তু পরিস্ফুট তরল বা গ্যাসীয় জ্বালানীতে ছাই অবশিষ্ট থাকে না বলিয়া শেষ দুইটি ক্ষেত্রে চুল্লীর আয়তন ক্ষুদ্রকায় হয়।

1. কঠিন জ্বালানী : কয়লা ও কাঠ (Coal and Wood)

কয়লার উৎপত্তি (Origin of coal) : কয়লা ও কাঠ মূলত অভিন্ন। নৃত উদ্ভিদের শাখা ও কাণ্ডকে বলা হয় কাঠ এবং কয়লা কাঠেবই রূপান্তর মাত্র। প্রায় বিশ কোটি বৎসর আগে পৃথিবীতে একশত ফুট লম্বা অনেক অতিকায় উদ্ভিদ ছিল। ভূকম্পন এবং ভূপৃষ্ঠে নানারূপ ভৌগোলিক পরিবর্তনের ফলে কোন কোন স্থানে মাটির তলায় এই সব উদ্ভিদ স্তূপীকৃত হয়। ভূপৃষ্ঠের প্রবল চাপে মাটির তলায় আবদ্ধ উদ্ভিদ-স্তূপের মধ্যে বায়ুর অভাবে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে। উদ্ভিদের কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আংশিক পরিমাণে মিথেন (CH_4) গ্যাস, কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ও জল (H_2O) রূপে নির্গত হইয়া যায় এবং ভূপৃষ্ঠের চাপে মাটির তলায় পিষ্ট ও আবদ্ধ উদ্ভিদেব মধ্যে কার্বনের পরিমাণ ক্রমশ বৃদ্ধি পাইতে থাকে। সর্ববৃহৎ দীর্ঘায়িত হয় কার্বনের পরিমাণও তত বৃদ্ধি পায় এবং এই উদ্ভিদ-স্তূপ কালক্রমে কয়লার পরিণত হয়। ভূ-পৃষ্ঠেব নানারূপ পরিবর্তনের ফলে কয়লা শেষ পর্যন্ত বনিসর্গে সঞ্চিত হয়।

কয়লার শ্রেণীভাগ (Classification of Coal) : প্রথম অবস্থায় উদ্ভিদ কাঠে পরিণত হয়। এই কাঠ রূপান্তরিত হয় (i) পিট (Peat) কয়লায়।

পিট কয়লায় কার্বনের পরিমাণ প্রায় 60 শতাংশ। পিট কয়লায় ফসিল বা জীবাত্মরূপে উদ্ভিদের স্পষ্ট অবশেষ ও উদ্ভিদের আকৃতি দেখিতে পাওয়া যায়। এই পিট কয়লা কালক্রমে পরিণত হয় (ii) লিগনাইট (Lignite) বা বাদামী কয়লায়। বাদামী কয়লায় কার্বনের পরিমাণ 67 শতাংশ। এই কয়লাতেও উদ্ভিদের আকৃতি চিহ্ন বর্তমান থাকে।

পরবর্তী অবস্থায় লিগনাইট রূপান্তরিত হয় (iii) বিটুমিনাস (Bituminous) কয়লা বা সাধারণ ব্যবহার্য কয়লায়। এরূপ কয়লার মধ্যেও নানারূপ উদ্ভিদের ফসিল বা জীবাত্ম পাওয়া যায়। এরূপ সাধারণ কয়লায় কার্বনের পরিমাণ প্রায় 88 শতাংশ। এই কয়লায় কালো ধোঁয়া সৃষ্টি হয়। গৃহে জালানী রূপে বিটুমিনাস কয়লা হইতে উৎপন্ন কোক ব্যবহৃত হয়। অন্তিম পর্যায়ে কয়লা রূপান্তরিত হয় (iv) অ্যানথ্রাসাইট (Anthracite) নামক কয়লায়। এই কয়লায় কার্বনের পরিমাণ প্রায় 94 শতাংশ। কয়লার মধ্যে অ্যানথ্রাসাইট সবচেয়ে কার্বন সমৃদ্ধ কয়লা। ইহা জলে ধীবে ধীরে ধূমহীনভাবে এবং উচ্চ তাপ সৃষ্টি করে। উপযুক্ত পদ্ধতিতে তৈরী অঙ্গার বা চারকোল শতাংশে বিশুদ্ধ হইতে পারে।

কাঠ ও কয়লায় কার্বনের শতাংশিক পরিমাণ

জালানী	কার্বন	হাইড্রোজেন	অক্সিজেন	ক্যালোরি হিসাবে প্রতি পাউণ্ডে তাপমাত্রা
কাঠ (Wood)	50.0	6.0	44.0	7,400
পিট (Peat)	60.0	5.1	34.9	9,900
লিগনাইট (Lignite)	67.0	5.2	27.8	11,700
বিটুমিনাস কয়লা (Bituminous)	88.4	5.6	6.4	14,950
অ্যানথ্রাসাইট (Anthracite)	94.1	3.4	2.5	15,720
বিশুদ্ধ চারকোল (Pure charcoal)	100.0	...	...	14,544

মেশোলিথানের যুগেও করলার ব্যাপক ব্যবহার জানা ছিল না। কিন্তু করলা এখন শিল্প-সভ্যতার প্রধান ইন্ধন। প্রতি বৎসর পৃথিবীতে করলা উত্তোলন করা হয় গড়ে প্রায় 150 কোটি টন। আমাদের দেশে প্রতি বৎসর করলা উত্তোলন করা হয় প্রায় চার কোটি টন এবং বমিতে মজুদ করলার আনুমানিক পরিমাণ প্রায় 4,000 কোটি টন।

কাঠ শুধু জ্বালানীই নয়। কাঠ-করলার ছাই এক মূল্যবান সার। ইহাতে বিশেষ করিয়া পটাসিয়াম কার্বনেট থাকে। একুপ ছাই কলাগাছের পক্ষে উৎকৃষ্ট সার।

কাঠ ও করলার অস্তম্ব্য পাতন

(Destructive distillation of wood and coal)

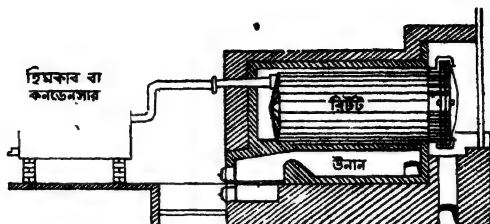
অস্তম্ব্য পাতন (Destructive distillation) : কোন পদার্থকে যদি বায়ুরূপে অবস্থার আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে ভরিয়া উত্তপ্ত করা যায় এবং তাহার ফলে যদি মূল পদার্থের গঠনে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার পরে বিকৃত পদার্থটি যদি উদ্বায়ী ও অদ্বায়ী অংশে বিভক্ত হইয়া গ্রাহক ও পাতন পাত্রে সংগৃহীত হয় এবং সেই উদ্বায়ী ও অদ্বায়ী অংশ দুইটিকে একত্র করিয়া যদি মূল বস্তুটিকে পুনর্গঠিত করা সম্ভব না হয় তবে সেই রাসায়নিক ক্রিয়াকে বলা হয় অস্তম্ব্য বা সংহার পাতন বা ডেসট্রাক্টিভ ডিসটিলেশন।

কাঠের অস্তম্ব্য পাতন

(Destructive distillation of wood)

পাতন ক্রিয়া (Distillation) : বায়ুতে শুধু কাঠের মধ্যে 50% কার্বন, 6% হাইড্রোজেন এবং 44% অক্সিজেন (সেই সঙ্গে কিছু নাইট্রোজেন ও সালফার) থাকে। বায়ুরূপে পাত্রের তথা রিটর্টে (retort) ভরিয়া কাঠ উত্তপ্ত করিলে কাঠের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং বিক্রিয়ার উৎপন্ন দ্রব্য উদ্বায়ী ও অদ্বায়ী (volatile and non-volatile)—একুপ দুই অংশে বিভক্ত হইয়া যায়। কাঠের একুপ অস্তম্ব্য ক্রিয়া সম্পন্ন করা হয় বায়ুরূপে রিটর্টে। কাঠভরা বায়ুরূপে লোহার রিটর্ট প্রায় 350°C তাপাংকে জ্বিশ ঘণ্টাব্যাপী উত্তপ্ত করা হয়। একুপ বিক্রিয়ার ফলে কাঠ হইতে উদ্বায়ী পদার্থ গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া যায় এবং রেসিডু (residue) বা অবশেষরূপে পাতন পাত্র বা রিটর্টে কঠিন অদ্বায়ী পদার্থরূপে পড়িয়া থাকে কাঠের অজার তথা উড চারকোল (charcoal)।

পাতিত পদার্থ (Distillate) : কাঠ হইতে গ্যাসরূপে নির্গত উদ্বায়ী পদার্থ হিমকার বা কন্ডেন্সারের (condenser) মধ্যে শীতল করিয়া সংগৃহীত করা হয়। শীতলতার প্রভাবে গ্যাসের যে অংশ তরলে



কাঠের অন্তর্ধূম পাতনের যান্ত্রিক কাঠামো

পরিণত হয় তাহাকে (i) **পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড (Pyroigneous acid)** বা **কার্বাগ্নি অ্যাসিড** নামে অভিহিত করা হয়। একপ তরলে পাওয়া যায় : **মিথাইল অ্যালকোহোল (2—4%)**, **অ্যাসিটিক অ্যাসিড (10%)**, এবং **স্বল্প অ্যাসিটোন** নামক জৈব পদার্থ এবং **তল**।

(ii) উপবোক্ত তরল পদার্থ ছাড়াও কিছু **আলকাতরা** হিমকার বা কন্ডেন্সারের তলায় সঞ্চিত হয়। এই আলকাতরাকে **কাঠের আলকাতরা** বা **ক্রিয়োজোট (Wood tar or Creosote)** বলা হয়। **পাইবোলিগনিয়াস অ্যাসিড** এই আলকাতরার উপরে ভাসিয়া থাকে।

(iii) উদ্বায়ী অংশ শীতল করার পরেও যে অংশ বাকী থাকে তাহা **গ্যাস**। এই গ্যাসকে **উড-গ্যাস (Wood gas)** বা **কার্বন-গ্যাস** বলা হয়। ইহা **মিথেন (CH_4)**, **হাইড্রোজেন (H_2)**, **কার্বন মনোক্সাইড (CO)** এবং **স্বল্প কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)** দ্বারা গঠিত।

(খ) **অবশেষ (Residue) :** **রিট** বা পাতন পাত্রের অবশেষরূপে পড়িয়া থাকে **কাঠ-কয়লা** বা **কাঠের অঙ্গার (Wood charcoal)**।

কাঠ-পাতনে প্রাপ্ত গ্যাস জালানীরূপে বা আলো জ্বলাইবার জন্য প্রদীপের গ্যাসরূপে ব্যবহার করা হয়। জালানীরূপে কাঠ ব্যবহার করার ফলে অনেক

মূল্যবান রাসায়নিক দ্রব্য নষ্ট হইয়া যায়। বর্তমানে অন্তর্ধূম পাতন পদ্ধতির কাঠ হইতে এই সব জৈব পদার্থ সংগ্রহ করা হয়। এই পাইরোলিগনিয়াস অ্যানিড ও আলকাতরা মূল্যবান বাসায়নিক রূপে এবং কাঠের গ্যাস বা উড গ্যাস জালানী রূপে ব্যবহৃত হয়। কাঠ-কয়লা জালানীরূপে ব্যবহৃত হয়।

১৭৭১' ' কয়লার অন্তর্ধূম পাতন

(Destructive distillation of coal)

রেভাবেণ্ড জন ক্রেটন নামে এক ব্রিটিশ পাদ্রী প্রথমে ১৬৬৪ খ্রীষ্টাব্দে কয়লার অন্তর্ধূম পাতন পদ্ধতি আবিষ্কার করেন। ১৭৭৪ খ্রীষ্টাব্দে মারডক নামে আরেক ইংরেজ বামিংহামে কোল-গ্যাসের প্রথম কারখানা স্থাপন করেন। কোল-গ্যাস দ্বারা সর্বপ্রথম লন্ডনের রাস্তা আলোকিত করা হয় ১৮১২ খ্রীষ্টাব্দে।

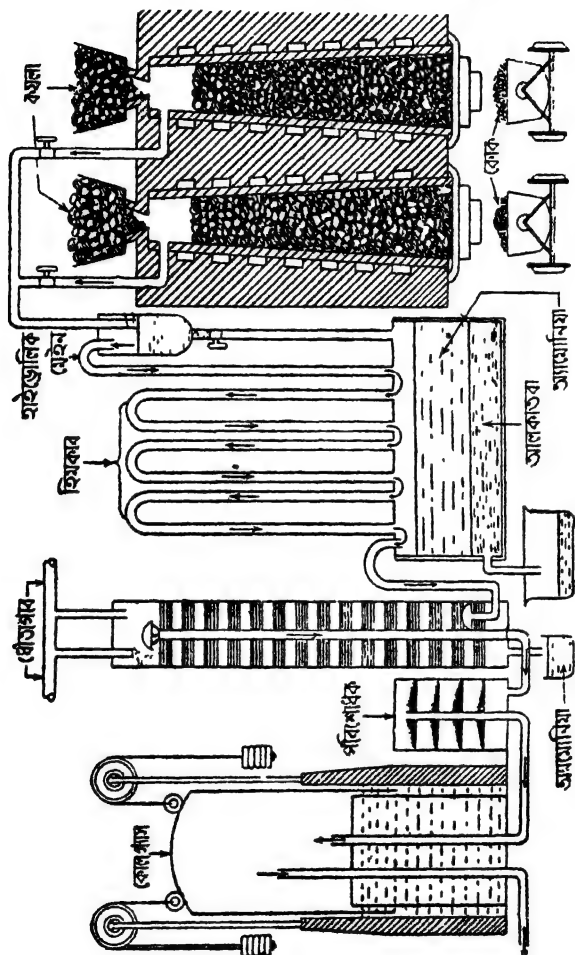
কয়লার অন্তর্ধূম পাতনের ফলে প্রাপ্ত পদার্থ:—(১) অনুঘায়ী (Non-volatile) পদার্থরূপে তথা অবশেষ বা রেসিডিউরূপে (Residue) পাওয়া যায় : (ক) কোক এবং (খ) গ্যাস কার্বন।

(১১) উদ্বায়ী পদার্থ (Volatile) রূপে পাওয়া যায় : (ক) অ্যামোনিয়া, (খ) আলকাতরা এবং (গ) কোল গ্যাস বা কয়লাব গ্যাস।

কয়লার অন্তর্ধূম পাতন ক্রিয়াব ফলে পাতন পাত্রের তলায় অবশিষ্টরূপে পড়িয়া থাকে কোক এবং পাতন পাত্রের দেয়ালে সঞ্চিত হয় গ্যাস কার্বন। এরূপ অনুঘায়ী অবশেষ উভয়েই কঠিন পদার্থ।

পাতিত অংশ (Distillate) : উদ্বায়ী অংশ গ্যাসরূপে নির্গত হইয়া পরপর দুইটি হিমকারে প্রবেশ করে। এই হিমকারের শীতলতার উদ্বায়ী পদার্থের একাংশ তরল (i) অ্যামোনিয়া এবং (ii) ঘন তরল আলকাতরা-রূপে গ্রাহক পাত্রে সঞ্চিত হয়। উদ্বায়ী পদার্থের অপর অংশ (iii) কোল-গ্যাস। এই কোল গ্যাস অবিভক্ত। ইহা প্রথমে নিষ্কারিত জলে ধুইয়া এবং পরে হাইড্রেটেড ফেরিক অক্সাইডের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া বিভক্ত করা হয়। এই বিভক্ত গ্যাস কোল গ্যাস নামক জালানীরূপে ব্যবহার করা হয়।

অবশেষ (Residue) : একগুণ অন্তর্ভূম পাতনের কলে রিটর্টে অবশিষ্ট-রূপে পড়িয়া থাকে অহুঘায়ী পদার্থ কোক (Coke) এবং রিটর্টের দেওয়ালে সঞ্চিত হয় গ্যাস-কার্বন (gas-carbon) নামের অন্ধার ।



কব্জলার অন্তর্ভুক্ত পাতন : অ্যামোনিয়া, আলকাতরা ও গ্যাস উৎপাদন

অন্তর্ধূম পাতনের পদ্ধতি

(Process of destructive distillation)

(i) বর্তমানে অগ্নিসহ্য মৃত্তিকা (fire clay) দ্বারা তৈরী রিটোর্ট ভরিয়ে প্রায় 1000°C তাপাংকে প্রভিউসাব গ্যাস নামের একরকম গ্যাসীয় জ্বালানী দ্বারা সাধারণত বিটমিনাস করলা উত্তপ্ত করা হয়।

(ii) অ্যামোনিয়া ও আলকাতরা সংগ্রহ : উদ্যায়ী অংশ প্রধানত কোল গ্যাস এবং এই গ্যাসের সঙ্গে অত্যন্ত দ্রব্য মিশ্রিত থাকে। কোলগ্যাসের সঙ্গে মিশ্রিত একুপ অত্যন্ত উদ্যায়ী পদার্থের প্রথমংশ পাতন যন্ত্রের জলাধারে বা হাইড্রলিক মেইনে (hydraulic main) এবং দ্বিতীয় অংশ হিমকার বা কণ্ডেন্সারে সঞ্চিত হয়। হাইড্রলিক মেইন বা জলাধারে এবং হিমকারে সঞ্চিত হয় অ্যামোনিয়া ও আলকাতরা : একুপ জলে দ্রবীভূত ঘন অ্যামোনিয়া দ্রবণকে বলা হয় অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার।

কোল গ্যাস (Coal Gas)

(iii) কোল গ্যাস পরিশোধন : প্রায় 1000°C তাপাংকে রিটচে আবদ্ধ কবিতা বিটুমিনাস জাতীয় কয়লা উত্তপ্ত কবিলে রিটচে পড়িয়া থাকে কোক ও গ্যাস কাবন, কণ্ডেন্সারে সঞ্চিত হয় অ্যামোনিয়াক্যাল লিকার ও আলকাতরা এবং অবশিষ্ট উদ্যায়ী অংশ কোল গ্যাসরূপে নির্গত হয়। কোল-গ্যাসের সঙ্গে অবাক্তিত মলরূপে (impurities) সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S) গ্যাসও মিশ্রিত থাকে। হিমকার বা কণ্ডেন্সার ত্যাগ করিয়া কোল-গ্যাস প্রবেশ কবে জলীয় ধোতাগার বা ওয়াশারে (washer)। এখানে বাকী অ্যামোনিয়া এবং আংশিকভাবে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন জলের ধাবায় দ্রবীভূত হয়। সালফারের বাকী গ্যাস অপসাবিত কবা হয় পরিশোধক বা পিউরিফায়ার (purifier) প্রকোষ্ঠে। এখানে ফেবিক হাইড্রক্সাইডে [$\text{Fe}(\text{OH})_3$] সঙ্গে সালফিউরেটেড হাইড্রোজেনেব বিক্রিয়ায় ফেরিক সালফাইড (Fe_2S_3) গঠিত হয় [$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Fe}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$]। এই সালফাইডকে শিল্পের ভাষায় বলা হয় অক্সাইডের অবশেষ বা স্পেন্ট অক্সাইড অব অক্সরন (spent oxide of iron)। অনেক ক্ষেত্রে ফেবিক হাইড্রক্সাইডেব পরিবর্তে অথবা একই সঙ্গে কিছু কলিচুন [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] বিভিন্ন গ্যাসের (H_2S , CO_2 , HCN , CS_2 ইত্যাদি) শোষকরূপে ব্যবহার করা হয়। একুপ বিক্রিয়ার অবশেষকে স্পেন্ট লাইম (spent lime) বলা হয়। বিক্রিয়া ঘটে : $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{Ca}(\text{HS})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, অবাক্তিত পদার্থ-যুক্ত কোল গ্যাস ইহার পরে গ্যাস-হোল্ডার বা গ্যাস-গ্রাহকে সংগ্রহ করা হয়।

কোল গ্যাসের গঠন

(Composition of coal gas)

প্রায় 1000°C তাপাংকে রিটর্টে আবদ্ধ করিয়া বিটুমিনাস জাতীয় কয়লা উত্তপ্ত করিলে, উদ্বায়ী অংশরূপে পাওয়া যায় অল্প কয়লা গ্যাস। ইহা জলে ধুইয়া ও ফেরিক অক্সাইডের ভিতর দিয়া প্রবাহিত করিয়া বিশুদ্ধ করার পরে কোল গ্যাসের গঠন হয় অম্লরূপ :

(ক) অদীপ্ত শিখায় দাহ হাইড্রোজেন (H_2) ... 43—55%জালানী গ্যাস মিথেন (CH_4) ... 25—35%(Fuel gas) কার্বন মনোক্সাইড (CO) 4—11%

(খ) দীপ্ত শিখায় দাহ অ্যাসিটিলিন, ইথিলিন, 2.5—5%

আলোকদায়ী গ্যাস বেঞ্জিন [C_2H_2 , C_4H_4 , C_6H_6]

(Illuminant gas)

(গ) অদাহ নাইট্রোজেন (N_2) ... 2—12%লঘুকায়ী গ্যাস কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) 0—3%(Dilutent gas) অক্সিজেন (O_2) ... 0—1.5%

কয়লা পাতন-ক্রিয়ার উৎপন্ন দ্রব্যের ব্যবহার (Uses of the distillation product of coal) :

(i) কোক (coke) ব্যবহার করা হয় জালানীরূপে এবং খাতু নিকাশনে বিজ্ঞাবকরূপে।

(ii) গ্যাস-কার্বন (gas carbon) দ্বারা তড়িদ-বিশ্লেষণ ক্রিয়ায় ব্যবহৃত ভোল্টামিটারে তড়িৎ-দ্বার তৈরী করা হয়। তড়িৎচুম্বী নির্মাণের জগৎ গ্যাস-কার্বন তৈরী করা হয়।

(iii) তরল অ্যামোনিয়াম সঙ্গে সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটিয়া প্রচুর পরিমাণে অ্যামোনিয়াম সালফেট সাব তৈরী করা হয়।

(iv) আয়রন সালফাইড প্রধানত ব্যবহার করা হয় সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে এবং সালফার ডাই-অক্সাইড তৈরী করার জগৎ।

(v) আলকাতরা (Tar) : আলকাতরা একটি অতি মূল্যবান জৈব পদার্থ। আলকাতরা পাতিত করিয়া যে সমস্ত জৈব পদার্থ পাওয়া যায় তাহা প্রধানত কৃত্রিম রঙ ও ঔষধ-শিল্পে ব্যবহার করা হয়। এই আলকাতরা ইহাতে সর্বাপেক্ষা মিষ্ট-দ্রব্য তৈরী করা হয়। পাতনের পরে পিচ (Pitch)

নামক যে পদার্থটি অবশিষ্ট থাকে তাহা রাস্তা নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। আলকাতরা পাতিত করিয়া পাওয়া যায় :

বেঞ্জিন ও বেঞ্জিন জাতীয় জৈব পদার্থ ...	1.40%
কার্বলিক অ্যাসিড	0.20%
ন্যাপথালিন	4.00%
ক্রিওজোট তৈল	24.00%
অ্যানথ্রাসিন	0.20%
পিচ	55.00%
জল	15.00%

(vi) কোল গ্যাস (Coal gas) : কোল গ্যাস বিভিন্ন শ্রেণীর গ্যাস দ্বারা গঠিত। এরূপ মিশ্র গ্যাসেব একাংশেব কাজ (ক) দহন, অপর অংশের কাজ (খ) আলোক সৃষ্টি এবং তৃতীয় অংশেব কাজ (গ) কোল-গ্যাস লঘু করা।

(vii) স্পেণ্ট অক্সাইড অব অ্যান্থ্রন সালফিউরিক অ্যাসিড উৎপাদনে সালফার ডাই-অক্সাইড তৈরী করার এবং ফেরোসায়নাইড তৈরী করার জন্ত এবং স্পেণ্ট লাইম সাবরূপে ব্যবহার করা হয়।

কোল-গ্যাসে কার্বন মনোক্সাইড থাকাব ফলে ইহা বিষাক্ত। কোল-গ্যাস প্রধানত জ্বালানীরূপে এবং আলোকদায়ী গ্যাসরূপে ব্যবহার করা হয়। কোল-গ্যাস দ্বারা আলো জ্বলাইবাব জন্ত ম্যাণ্টল অর্থাৎ একবকম জ্বালি-সলিতা ব্যবহার করা প্রয়োজন। কারণ কোল-গ্যাসেব অ্যাসিটিলিন ও বেঞ্জিন ছাড়া আর সমস্ত দাহ্য গ্যাসই অদীপ্ত শিখায় জ্বলে।

II. তরল জ্বালানী (Liquid fuel)

তরল তেলের প্রধান ভাণ্ডার খনিজ তেল বা পেট্রোলিয়াম। এই পেট্রোলিয়ামকে এখন যন্ত্র-সভাতার 'বস্তু' বলিয়া অভিহিত করা হয়। পেট্রোলিয়াম ব্যবহার শুরু হইয়াছে মাত্র 1856 খ্রীষ্টাব্দ হইতে।

তরল জ্বালানীর শ্রেষ্ঠতা : তরল জ্বালানী ব্যবহারের জন্ত—(i) উদান বা চুল্লী তৈরী করার স্থান কম লাগে, (ii) দহনের জন্ত অল্প সময় লাগে, (iii) এরূপ জ্বালানীতে তাপের অপচয় হয় না, (iv) তরল জ্বালানীতে তাপ সৃষ্টি হয় বেশী পরিমাণে, (v) তরল জ্বালানী জ্বালিবার পরে চুল্লীতে কোন ছাই অবশিষ্ট থাকে না এবং (vi) স্বল্প স্থানে বিশেষ সুরক্ষিতভাবে এরূপ তেল সঞ্চিত রাখা যায়। তরল জ্বালানীর এরূপ সুবিধার জন্ত কলকারখানার কঠিন

জালানী কম্বলার বদলে ক্রমশ এখন তরল জালানীর ব্যবহার প্রবর্তিত হইতেছে।

বিমান, মোটর, সামরিক যানবাহন, বিভিন্ন-যন্ত্রপাতি এবং কলকারখানার পেট্রলের ব্যবহার এত বাড়িয়া গিয়াছে যে বর্তমানে পৃথিবীতে প্রতি বৎসর প্রায় ৪০ কোটি টন পেট্রোলিয়াম শোধন করা হয়। ইহার মধ্যে প্রায় ২৭ কোটি টন পেট্রোলিয়াম শোধিত হয় একমাত্র আমেরিকায়। প্রধানত আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্র, পাবস্ত ও আবহদেশে, কমানিয়া ইন্দোনেশিয়া এবং দক্ষিণ আমেরিকার পেট্রোলিয়ামের খনি আছে। ভারতে ডিগবর অঞ্চলে, ও নাভাবকাটিয়ার পেট্রোলিয়ামের খনি আছে এবং সম্প্রতি শুজবাটে ক্যাশেতে একটি পেট্রোলিয়াম খনি আবিষ্কৃত হইয়াছে।

পেট্রোলিয়াম বা খনিজ তেল (Petroleum or Mineral oil)

খনিজ তেলের উৎপত্তি : কি করিয়া পেট্রল সৃষ্টি হইয়াছে তাহা এখনও গবেষণার বিষয়। বিজ্ঞানীরা মোটামুটি মনে করেন যে, সামুদ্রিক কীটাদি ও উদ্ভিদাবি বিগলিত দেহ হইতে খনিজ তেল বা পেট্রোলিয়াম সৃষ্টি হইয়া ভূগর্ভে অভেদ শিলাস্তরের মধ্যে সঞ্চিত হইয়াছে। খনিজ তেল বা পেট্রোলিয়াম খনিতে সাধারণত প্রথম স্তরে থাকে গ্যাস, দ্বিতীয় স্তরে খনিজ তেল এবং তৃতীয় স্তরে লবণাক্ত জল। প্রায় ৪০০০ হইতে ১৫,০০০ ফুট ভূগর্ভ হইতে খনিজ তেল নলেব সাহায্যে তুলিয়া আনিয়া পাটপের সাহায্যে স্থানান্তরে পাঠানো হয় এবং দূরবর্তী স্থানে অবস্থিত শোধনাগারে অবিশুদ্ধ তেল শোধন করা হয়।

পেট্রোলিয়াম বা খনিজ তেলের পাতন (Distillation of Mineral oil)

ভূগর্ভ হইতে উত্তোলিত খনিজ তেল ঘন বাদ্যমী বর্ণের একবকম অপবিশুদ্ধ আঠালো তেল। ইহা সম্পূর্ণরূপে কার্বন ও হাইড্রোজেনের বিভিন্ন ধরনের হাইড্রো-কার্বন যৌগের মিশ্রণ-রূপে (Hydro-carbon compounds mixture) গঠিত। এরূপ বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের স্ফটনাংক এক নয়। পেট্রোলিয়াম উত্তপ্ত করিলে অপেক্ষাকৃত কম উষ্ণতায় কতগুলি হাইড্রোকার্বন বাষ্পে পরিণত হয় এবং ঠাণ্ডা করিলে তাহা তরল পদার্থরূপে গ্রাহকপাত্রে সংগৃহীত হয়। অবশিষ্ট তরল হাইড্রোকার্বন পরপর উচ্চতর তাপাংকে উষ্ণ করিলে ইহাও ক্রমে ক্রমে পাতিত হয়। এরূপভাবে মিশ্রিত তরল পদার্থকে বিভিন্ন তাপাংকে পাতিত করিয়া ইহার বিভিন্ন উপাদান পৃথক করিয়া ভিন্ন ভিন্ন ভাবে সংগ্রহ করার পাতন পদ্ধতিকে আংশিক পাতন ক্রিয়া (Fractional distillation) বলা হয়। খনিজ তেল এরূপ আংশিক পাতন পদ্ধতিতে পাতিত করা হয়। ইহার ফলে খনিজ তেলে মিশ্রিত ভিন্ন ভিন্ন হাইড্রোকার্বন যৌগ বিভিন্ন তাপমাত্রায় উদ্বায়ী ও অস্থায়ী পদার্থরূপে বিচ্ছিন্ন হইয়া বিভিন্ন অংশে বিভক্ত হইয়া যায়। যথা :

(i) 25°C — 30°C তাপাংকে পাতিত খনিজ তেল হইতে যে তরল পদার্থ গ্রাহকপাত্রে পাওয়া যায় তাকে বলা হয় সাইমোজেন ও রেগোলিন (Cymogen and Regolin)। ইহা অসারকরূপে, হিমারকরূপে, রেখনেব কারখানায় এবং জালানীরূপে ব্যবহার করা হয়।

(ii) পরবর্তী অংশের খনিজ তেল 30°C — 70°C তাপাংকে পাতিত করিলে যে তেল পাওয়া যায় তাহাকে পেট্রোলিয়াম ইথাইর এবং 70°C — 120°C তাপাংকে পাতিত করিলে গ্যাসোলিন (gasoline) বা বিমান স্পিরিট (aviation spirit) বলা হয়। ইহা খনিজ তেলের সবচেয়ে হালকা অংশ। মোটর ও বিমানের তেলরূপে এবং শিল্প-দ্রব্যের দ্রাবকরূপে ইহা ব্যবহার করা হয়। বস্তাদি ধোয়ার জলও ইহা ব্যবহার করা হয়।

(iii) খনিজ তেল 120° — 150°C তাপাংকে পাতিত করিলে গ্রাহকপাত্রে বেনজাইন তেল পাওয়া যায়। ইহা পশমেব দ্রাবকরূপে ব্যবহৃত হয়।

(iv) পরবর্তী অংশের খনিজ তেল 150°C — 300°C তাপাংকে পাতিত করিলে গ্রাহকপাত্রে পাওয়া যায় কেরোসিন তেল (kerosene)। ইহা জালানী এবং প্রদীপেব তেলরূপে ব্যবহৃত করা হয়।

(v) খনিজ তেলের পরবর্তী পাতিত অংশকে বলা হয় ভারী বা ডিজেল তেল (Heavy বা Diesel oil)। এই তেল পাওয়া যায় 300°C — 350°C তাপাংকে অবশিষ্ট খনিজ তেল পাতিত করার ফলে। ইহা ডিজেল ইঞ্জিনে ব্যবহৃত করা হয়।

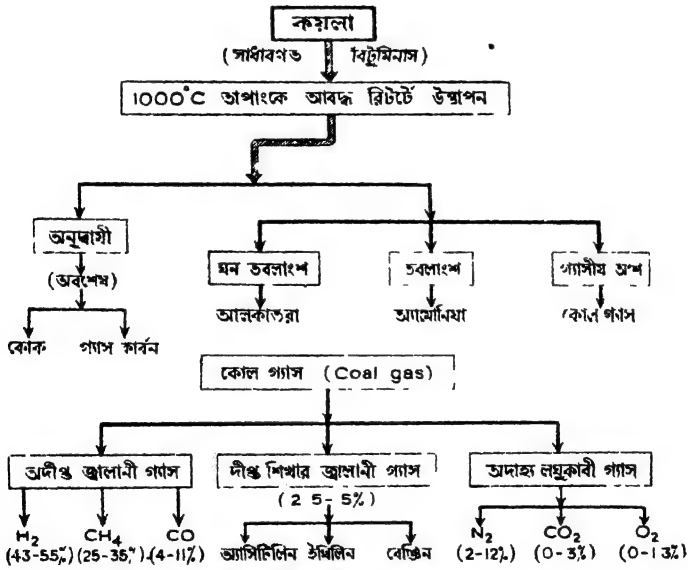
(vi) আরও উচ্চ তাপাংকে (350°C) খনিজ তেলের অবশিষ্ট অংশ পাতিত করিলে পাওয়া যায় লুব্রিকেটিং তেল (Lubricating oil) ও তরল প্যারাফিন। লুব্রিকেটিং তেল যন্ত্রপাতির ঘর্ষণজাত ক্ষয় নিবারণে ব্যবহার করা হয়। তরল প্যারাফিন জ্বালাপ ও মলম প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

(vii) 350°C তাপাংকের উর্ধ্বে খনিজ তেলের অবশিষ্টাংশ পাতনের সঙ্গে ভেসীলন ও কঠিন মোম পাওয়া যায়। ইহা মোম বাতির উপাদান ও পিচ্ছিলকারক রূপে ব্যবহার করা হয়।

(ix) পাতনের অবশেষ (Residue) : আরও উচ্চতর তাপাংকের পাতন-ক্রিয়ার খনিজ তেল হইতে অবশিষ্ট কঠিন পদার্থরূপে পেট্রোলিয়াম-পিচ ও অ্যাসফাল্ট পাওয়া যায়। ইহা রাস্তা তৈরীর কাজে ব্যবহার করা হয়।

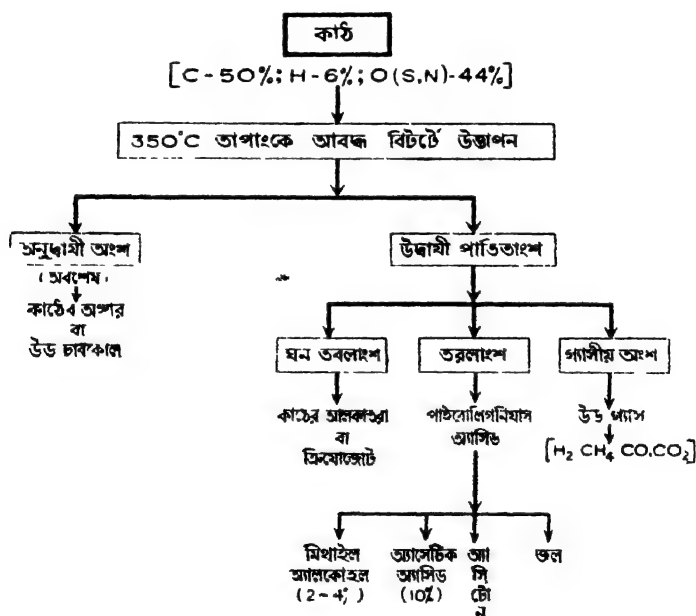
জালানী বা কয়লা

কয়লার অন্তর্ধূম পাতন (Destructive distillation of coal)



প্রাথমিক রসায়ন—তৃতীয় ভাগ

কাঠের অন্তর্ধূম পাতন (Destructive distillation of wood)



পেট্রোলিয়াম পাতন জাত পদার্থ

প্রাপ্ত পদার্থের ক্রম- সংখ্যা	পাতনের তাপাংক	প্রাপ্ত পাতিত পদার্থ	শতাংশ পরিমাণ	অণুতে কার্বনসংখ্যা	ব্যবহার
1	25°C-80°C	সাইমোজেন গ্যাস (Cymogen)	17%	4—5	হিমকার, জ্বালানী
2	80°C-70°C	পেট্রোলিয়াম ইথার (Petroleum Ether)		4—6	চিবি ও তেলের ত্রাবক
8	70°C— 120°C	পেট্রোল, গ্যাসোলীন (Petrol, Gasoline)		6—8	মোটর, বিমানের জ্বালানী, পরিষ্কারক
4	120°C— 150°C	বেনজাইন (Benzine), [বেঞ্জিন বহে]		8—9	ত্রাবক, পশম পরিষ্কারক
	150°C— 800°C	কেবোসিন [Kerosene]		18—12	জ্বালানী, আলোকদায়ী
6	800°C— 850°C	ভারী তেল (Heavy oil) বা ডিজেল তেল (Diesel Oil)	54%	12 সংখ্যক উপরে	ডিজেল ইঞ্জিনের জ্বালানী
7	850°C-এর উপরে	লুব্রিকেটিং তেল (Lubricating oil) তরল প্যারফিন (Liquid Paraffin)	17%	ঐ	যন্ত্রাদি পিচ্ছিল করার জন্য জোলাপুরুপে, মলম প্রস্তুতে
8	আবও উপরে	ভেসলিন, কঠিন প্যারফিন বা মোম (Vaseline and solid Paraffin) টহাদেব গুলনাংক 50°C—60°C	2%	24—28	মোমবাতির উপাদান, পিচ্ছিল- কারক, মলম প্রস্তুতির সহায়ক
9	অবশেষ বা অম্লজারী অংশ (Residue বা non-volatile)	পেট্রোলিয়াম পিচ ও অ্যাসফাল্ট (Petroleum Pitch, and Asphalt)	10%	অনির্দিষ্ট	রাস্তা তৈরীর কাজে ব্যবহৃত

কৃত্রিম পেট্রোলিয়াম (Synthetic petroleum)

1. ভারী-তেল ভাঙন-ক্রিয়া (Cracking of Heavy oil) : ভারী তেল যদি বায়ুৰুদ্ধ পাত্রে এবং উচ্চচাপে অন্তর্ধূম পন্থায় পতিত করা যায় তাহা হইলে ভারী-তেল ভাঙ্গিয়া যায় এবং জ্বালানী গ্যাস, মোটর পেট্রোল ও লুব্রিকেটিং তেল তৈরী হয়। এইরূপ পাতন পদ্ধতিকে বলা হয় ভারী তেলের ভাঙন-ক্রিয়া বা ক্র্যাকিং (cracking)। অম্লঘটকের সংস্পর্শে এরূপ ভাঙন প্রক্রিয়া স্বরাশিত হয়।

2. কয়লার হাইড্রোজিনেশন (Hydrogenation of coal) : 450°C তাপাংকের স্থায় নিম্নমাত্রাব তাপে পিট, লিগনাইট, অর্থাৎ স্বল্প কার্বনযুক্ত কয়লা যদি বর্ধিত বায়ুর চাপে এবং ফেবিক অক্সাইডের স্থায় অম্লঘটকের সংস্পর্শে উত্তপ্ত করা হয় এবং উত্তপ্ত কয়লার মধ্যে যদি হাইড্রোজেন গ্যাস চালানো যায় তাহা হইলে কয়লা পেট্রোলে রূপান্তরিত হইয়া যায়। এরূপ পদ্ধতিতে অর্থাৎ স্বল্প তাপাংকে এবং বায়ু-উচ্চচাপে উপযুক্ত অম্লঘটকেব সংস্পর্শে কোন আবদ্ধ পাত্রে ভরা তিন টন কয়লাব মধ্যে যদি হাইড্রোজেন চালানো যায় তাহা হইলে এক টন কৃত্রিম ‘পেট্রোলিয়াম’ তৈরী করা যায়। এরূপভাবে কয়লা হইতে পেট্রোলিয়াম তৈরী করার উপায়কে কয়লার হাইড্রোজিনেশন পদ্ধতি বলা হয়।

3. অম্লঘটন-পন্থা (Catalytic method) : বিশেষ ধরনের অম্লঘটক ব্যবহার করিয়া এবং তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রিত করিয়া কার্বন মনোক্সাইড (CO), কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) এবং হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস একত্র নিশাইয়া সংশ্লেষণ পন্থায়ও কৃত্রিম পেট্রোল তৈরী করা হয়। গত যুদ্ধের সময় জার্মানী এরূপ পদ্ধতিতে প্রচুর পরিমাণে পেট্রোল তৈরী করিতে সক্ষম হয়।

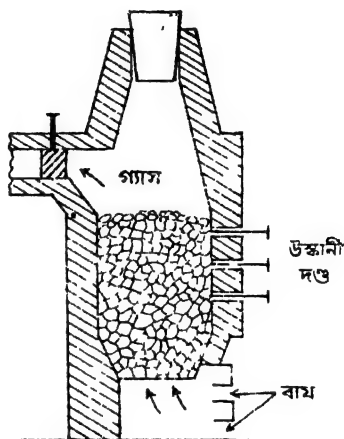
III. গ্যাসীয় জ্বালানী (Gaseous fuel)

কোনো কোনো পেট্রোলিয়াম খনিতে প্রাকৃতিক গ্যাস বা জ্বাচারেল গ্যাসরূপে (natural gas) গ্যাসীয় জ্বালানী পাওয়া যায়।

এক সময় রাশিয়ার ককেসিয়া এবং আমেরিকার যুক্তরাষ্ট্রে, এরূপ প্রাকৃতিক গ্যাস হইতে প্রচলিত প্রাকৃতিক গ্যাসাগ্নিকে পবিত্র অগ্নি রূপে পূজা করা হইত। ভারতেও কোনো কোনো জীর্ণস্থানের ক্ষেত্রে প্রাকৃতিক অগ্নি দেখা যায়। ইহা প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রজ্বলন হাড়া আর কিছুই নহে। আমেরিকায় প্রচুর পরিমাণে এই প্রাকৃতিক গ্যাস সংগ্রহ করিয়া জ্বালানী রূপে ব্যবহার করা হয়।

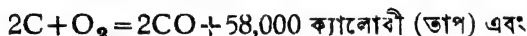
জালানী গ্যাসের মধ্যে তিনটি গ্যাস প্রধান। যথা : (i) প্রডিউসার গ্যাস (Producer gas) এবং (ii) ওয়াটার গ্যাস (Water gas) বা উদ্দকগ্যাস এবং (iii) কোল গ্যাস (Coal gas)। [কোল গ্যাসের বিষয় পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে।]

1. প্রডিউসার গ্যাস বা প্রযোজক গ্যাস (Producer gas) :
অগ্নিতপ্ত কয়লা বা কোকের উপরে 1000°C তাপাংকে নিয়ন্ত্রিত পরিমাণে বায়ুপ্রবাহ চালাইয়া প্রডিউসার গ্যাস তৈরী করা হয়। এই গ্যাসের মূল উপাদান কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও নাইট্রোজেন (N_2)। এক্ষণে গ্যাস তৈরী করা হয় অগ্নিসহা যন্ত্রিকার লাইনিং বা প্রলেপ-দেওয়া প্রডিউসার নামে পরিচিত ইম্পাভেব তৈরী চুল্লীতে।



প্রডিউসার গ্যাস উৎপাদন

অগ্নিতপ্ত কোকের সঙ্গে বায়ু বিক্রিয়ায় তাপ সৃষ্টি হয়। কোক ও বায়ুর প্রক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়। যথা :



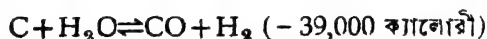
এই কার্বন ডাই-অক্সাইড চুল্লীর লাল তপ্ত কোকের সংস্পর্শে কার্বন মনোক্সাইডরূপে বিজারিত হইয়া যায়। যথা : $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$. (- 39,000 ক্যালোরী)। প্রথম দুইটি বিক্রিয়া তাপ-উদ্ভাবক (exothermic), কিন্তু তৃতীয় বিক্রিয়াটি তাপ-হাবক (endothermic)।

প্রডিউসার গ্যাসের মোটামুটি আয়তনিক গঠন

কার্বন মনোক্সাইড (CO)	20%
নাইট্রোজেন (N_2)	.. ... 64%
হাইড্রোজেন (H_2)	.. ... 10%
মিথেন (CH_4)	... ... 2%
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)	... ... 4%

ব্যবহার (Uses of Producer gas): প্রডিউসার গ্যাস একটি পরিচ্ছন্ন গ্যাস এবং ইহা স্বল্প খরচে তৈরী করা যায়; কিন্তু ইহাতে বায়ব নাইট্রোজেন বেশী থাকে। নাইট্রোজেন অদাহ্য গ্যাস বলিয়া ইহার তাপ সৃষ্টি করার ক্ষমতা কম। তাই পাইপের সাহায্যে ইহা স্থানান্তরিত করা লাভজনক নয়। ইহা প্রধানত জ্বালানী গ্যাসরূপে ব্যবহার করা হয় এবং বিজারক দ্রব্যরূপেও ইহা ব্যবহৃত হয়। ধাতু নিষ্কাশন ক্রিয়ায় এবং কোল গ্যাস উৎপাদনে এবং অনেক সময় মোটর চালাইবার জন্তও এই গ্যাস ব্যবহার করা হয়।

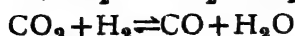
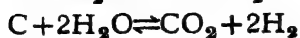
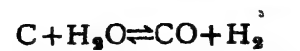
2. ওয়াটার গ্যাস বা উদক গ্যাস (Water gas): ওয়াটার গ্যাস তৈরী করা হয় লাল-তপ্ত (প্রায় 1400°C) কয়লা বা কোকের উপরে জলীয় বাষ্প চালাইয়া। ওয়াটার গ্যাসের মূল উপাদান প্রায় সম-আয়তনে প্রাপ্ত কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও হাইড্রোজেন (H_2)। বিক্রিয়া:



লাল-তপ্ত কোকের উপরে জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন তৈরী হয়। যথা: $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO} + \text{H}_2$, একপ বিক্রিয়ায় সব সময়ে তাপাংক 1000°C -ব উর্ধ্বে রাখা প্রয়োজন। অগ্রাধায় তাপ হ্রাস পাইলে কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়। যথা: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$

বিক্রিয়াটি তাপহারক বলিয়া লাল-তপ্ত কোকের উপরে জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়ায় চুল্লীর তাপমাত্রা হ্রাস পায়। তাই, এই গ্যাস তৈরী করার সময় মাঝে মাঝে জলীয় বাষ্পের প্রবাহ বন্ধ করিয়া কোকের উপরে বায়ু চালাইয়া চুল্লীর উত্তাপ বৃদ্ধি করিতে হয়। এরূপ ক্ষেত্রে যে প্রডিউসার গ্যাস তৈরী হয় তাহা ছাড়িয়া দেওয়া হয়। চুল্লীর তাপাংক বৃদ্ধি পাইলে আবার লাল তপ্ত কোকের উপরে জলীয় বাষ্প চালাইয়া ওয়াটার গ্যাস তৈরী করা হয়। প্রডিউসার গ্যাসের স্থায় একই ধরনের চুল্লী ব্যবহার করা হয়।

কার্বন ও জলীয় বাষ্পের বিক্রিয়ায় কার্বন মনোক্সাইড (CO) ও হাইড্রোজেন (H_2) এবং আংশিকভাবে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) তৈরী হয়। এই কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) আবার হাইড্রোজেন (H_2) দ্বারা বিজারিত হইয়া কার্বন মনোক্সাইডে (CO) পরিণত হয়। যথা:

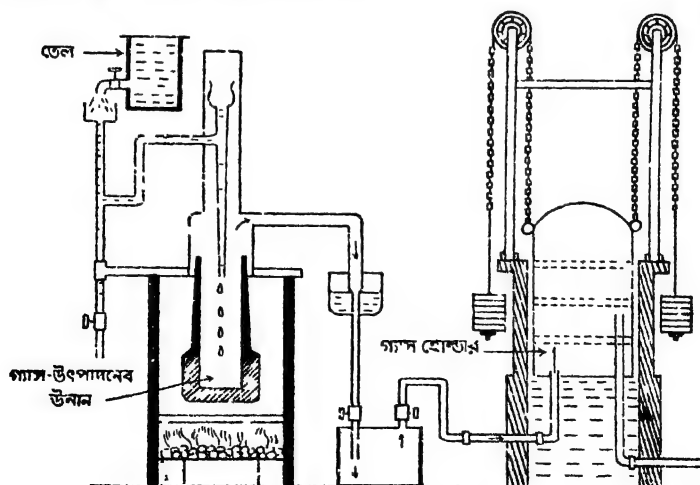


[প্রডিউসার ও ওয়াটার গ্যাসের উৎপাদন যন্ত্রের চিত্র একই ধরনের।
ওয়াটার বা উদক গ্যাসের ক্ষেত্রে বায়ু বদলে জলীয় বাষ্প চালানো হয়।]

ওয়াটার গ্যাসের মোটামুটি আয়তনিক গঠন

হাইড্রোজেন (H_2)	...	...	48%
কার্বন মনোক্সাইড (CO)	...	...	42%
নাইট্রোজেন (N_2)	...	...	6%
কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2)	...	...	3%
মিথেন (CH_4)	..	..	1%

ব্যবহার (Uses of water gas) : কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন (CO ও H_2) উভয় গ্যাসই দহনশীল বলিয়া ওয়াটার গ্যাসেব তাপস্থিতির ক্ষমতা প্রডিউসার গ্যাসেব দ্বিগুণ। কিন্তু কার্বন মনোক্সাইডেব অস্তিত্বেব জন্ত এই গ্যাস বিষাক্ত। ইহা কোল গ্যাসেব সঙ্গে মিগাইয়া শহবেব জালানী গ্যাস ও আলোকদায়ী গ্যাসরূপে ব্যবহাব কবা হয়। বাণিজ্যিক হাইড্রোজেন তৈরী কবার জন্তও এই গ্যাস ব্যবহৃত হয়। ওয়াটার গ্যাস হইতে বাণিজ্যিক পদ্ধতিতে বৃহদায়তনে হাইড্রোজেনও তৈরী কবা হয়। অনেক ক্ষেত্রে ধাতু নিষ্কাশনেব জন্তও ইহা ব্যবহাব কবা হয়।



বসারনাগারের গ্যাস তৈরী করার প্লান্ট

প্রডিউসার ও ওয়াটার গ্যাসের পার্থক্য

(Difference between producer and water gas)

প্রডিউসার গ্যাস	ওয়াটার গ্যাস
1. প্রডিউসার গ্যাসে দহনশীল CO ও H_2 গ্যাসের পরিমাণ যথাক্রমে 20% এবং 10% ,	1. ওয়াটার গ্যাসের মধ্যে দহনশীল CO ও H_2 গ্যাসের পরিমাণ যথাক্রমে 48% ও 42% ,
2. এই গ্যাসে নাইট্রোজেনের পরিমাণ 64% বলিয়া ইহার তাপ স্থিতিব ক্ষমতা কম।	2. ইহাতে নাইট্রোজেনের পরিমাণ 6% বলিয়া এবং ইহার প্রায় 91% উপাদান দহনশীল বলিয়া ইহার তাপস্থিতির ক্ষমতা প্রডিউসার গ্যাসের দ্বিগুণ।
3. ইহাতে CO -এর অংশ কম বলিয়া বিশেষ বিষাক্ত নয়।	3. ওয়াটার গ্যাসে CO -এর অংশ 42% বলিয়া ইহা বিষাক্ত।
4. ইহা আংশিকভাবে বিজারক গ্যাস।	4. ইহা প্রায় সম্পূর্ণভাবে বিজারক-ধর্মী ($\text{CO} + \text{H}_2$ উভয়েই বিজারক গ্যাস)।
5. ইহা স্থানান্তরিত কবা লাভজনক নয়।	5. ইহা স্থানান্তরিত করিয়া জালানী ও আলোকদায়ী গ্যাসরূপে ব্যবহার করা যায়।
6. ইহার উৎপাদন বিক্রিয়া প্রথম পর্ষায়ে তাপ উদ্ভাবক এবং দ্বিতীয় পর্ষায়ে তাপ-হারক। তাই ইহার উৎপাদনের জন্য 1000°C তাপাংকে কোকের উপরে বায়ু চালান হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় তাপ নিয়ন্ত্রণ করা প্রয়োজন।	6. ইহার উৎপাদন বিক্রিয়া তাপ-হারক। তাই ইহার উৎপাদনের জন্য লাল তপ্ত কোকের উপরে জলীয় বাষ্প চালান হয়। বিক্রিয়ার তাপাংক 1000°C তাপাংকে রাখা প্রয়োজন।

3. কোলগ্যাস : 404 এবং 405 পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য।

4. রসায়নাগারের গ্যাস (Laboratory gas) : ভারতবর্ষের অনেক রসায়নাগারে কেরোসিন তেলের গ্যাস ব্যবহার করা হয়। প্রথমে কার্ট-আয়রনে তৈরী রিটর্টকে কলার আগুনে গরম করিয়া লাল তপ্ত করা হয়। এই লাল তপ্ত রিটর্ট বা পাত্রের মধ্যে কেরোসিন তেল ঢালা হয়। রিটর্টের উত্তাপে এই তেল ভাঙ্গিয়া যায় এবং সরল গঠনের হাইড্রোকার্বন তথা মিথেন, ইথেন, ইথিলিন ইত্যাদি গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই মিশ্র গ্যাস পাইপের সাহায্যে রসায়নাগারে সববরাহ করিয়া বুনসেন ও অন্যান্য দীপের মাধ্যমে জালানো হয়।

Questions to be discussed

1. What are the different products of destructive distillation of wood ? How would you prepare wood gas ?

2. What are the substances produced on distillation of coal ? What is coal gas ? What are the uses of the distillation ?

3. What are the products of distillation of mineral oil ? What is kerosene oil ? What part of the distillation product is used as aviation petrol ?

4. How can petroleum be prepared synthetically ? Give principles only.

5. How can producer gas be prepared ? What are its composition and uses ?

6. What is water gas ? What are its uses ? How would you prepare it ?

7. What is laboratory gas ? How is it prepared ?

8. What are the different types of fuel ? Give examples. What are the products of distillations of coal and mineral oil ?

9. What is distillation ? Give an account of the manufacture of coal gas by destructive distillation of coal. How is the gas purified from sulphuretted hydrogen ? Name the by-products.

[H. S. Exam. (comp) 1961]

10. What do you understand by destructive distillation ? How does this process differ from ordinary distillation ?

Name the important products of destructive distillation of wood. From the aqueous byproducts how can you prepare two important organic compounds ?

Mention two uses of each of these compounds.

[H. S. Exam. 1962]

11. What is producer gas ? Give reasons to show that coal gas is not a producer gas.

Give examples of two forms of producer gas and state the chemical reactions involved in their preparation. Why they may be used as fuels ?

[H S Exam. (comp.) 1962]

12. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Describe how coal gas is prepared. How is it purified ? Name the by-products. [H S. Exam 1963]

13. What are fuels ? How are they classified ? How are producer gas and water gas prepared ? How do they differ ? What are gasoline and kerosene ? How are they obtained ? State their uses. [H S (comp) 1963]

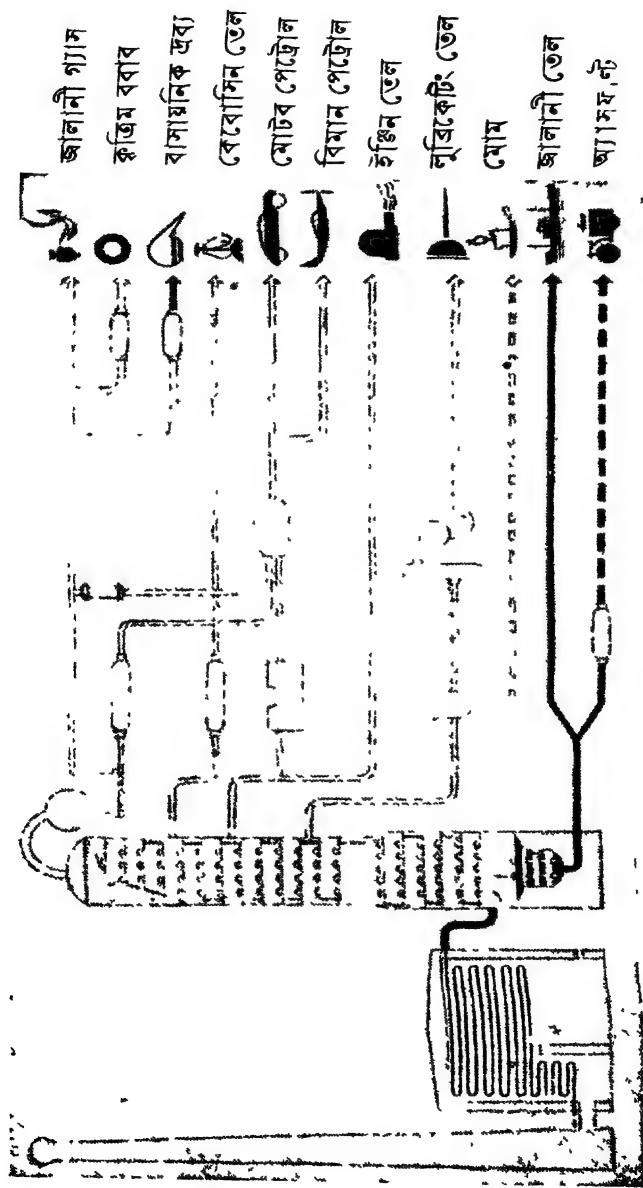
14. What do you mean by destructive distillation ? Describe the changes you observe when wood is subjected to destructive distillation. Name the products.

[H S (comp) 1964]

15. How does destructive distillation differ from ordinary distillation ? Explain why the former is called destructive. Illustrate your answer.

Name the by-products in the manufacture of coal gas and state their uses.

[H. S. 1965]



পেট্রোলিয়াম হইতে পাতন-ক্রিয়াব প্রাপ্ত দ্রব্যসমূহ



কার্বন যৌগের গঠন, প্রকৃতি, উৎস এবং শ্রেণীবিভাগ

কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন ও নাইট্রোজেন—মূলত এই চার বকম মৌলিক পদার্থ দ্বারা সমস্ত জৈব যৌগ গঠিত। কিন্তু একরূপ জৈব যৌগের সংখ্যা প্রায় দশ লক্ষ এবং কোন কোন যৌগের একটি মাত্র অণুতে কার্বনের সংখ্যা হাজারের উপরে হইতে পারে। কোন কোন বিশেষ ধরনের স্টার্চের ফর্মুলা $C_{1200}H_{2000}O_{1000}$, কি করিয়া চাৰিটি মাত্র মোল একরূপ অগণিত ভিন্ন ধর্মের পদার্থ গঠন করে এবং কি করিয়া একটি মাত্র অণু বা মলিকুলে এত বিপুল সংখ্যক কার্বন পবমাণু সংযুক্ত থাকে তাহার কারণ ছিল জৈব রসায়নের এক পবম বহস্ত। 1858 খ্রীষ্টাব্দে এই বহস্তের সমাধন করেন কেকুল (Kekule) নামে এক তরুণ জার্মান বিজ্ঞানী। তিনি বলেন, একরূপ বহস্যব কাবণ জৈব পদার্থের অণুগুলির বিভিন্ন আকৃতি, গঠন-কাঠামো বা স্ট্রাকচার (structure) অর্থাৎ অণুব কাঠামোব অন্তর্ভুক্ত পরমাণুগুলির সংখ্যা ও বিতাস।

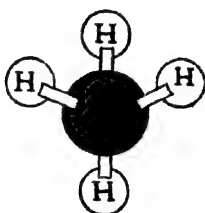
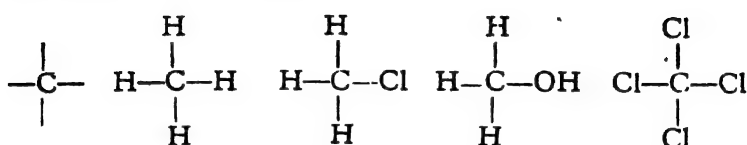
কেকুলের সূত্র (Kekule's theory)

কিভাবে জৈব যৌগের অণুগুলির আকৃতি বা কাঠামো গঠিত হয় তাহাব একটি সরল সূত্র প্রকাশ করেন বিজ্ঞানী কেকুলে। বিজ্ঞানী ভ্যান্ট হফ (Vant Hoff) এবং লা বেল (La Bel) কেকুলের সূত্রের অপূর্ণতা সম্পূর্ণ করেন। একরূপ সূত্র হইতে জানা যায় :

প্রথমত, জৈব যৌগে কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা চাব। একরূপ যৌগে একটি কার্বন পরমাণু একষোজী চারিটি হাইড্রোজেন বা ক্লোবিন পবমাণু বা চারিটি হাইড্রক্সিল মূলক—অথবা অহরূপ যে কোন চারিটি একষোজী পবমাণু বা মূলকের সঙ্গে যুক্ত হইতে পারে, যেমন, CH_4 , CCl_4 , $CHCl_3$, CH_3OH ইত্যাদি।

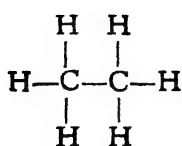
আবার, একটি কার্বন পরমাণুর সঙ্গে দুইটি একযোজী এবং একটি দ্বিযোজী পরমাণু যুক্ত হইতে পারে। যেমন, কার্বনিল ক্লোরাইড— COCl_2 , একটি কার্বন পরমাণু একটি একযোজী ও একটি তিনযোজী পরমাণুর সঙ্গেও যুক্ত হইতে পারে। যথা : HCN (হাইড্রোসিয়ানিক অ্যাসিড)।

‘এক’ যোজ্যতার একটি প্রতীকচিহ্ন প্রকাশ করা হয় একটি বণ্ড (bond বা যোজক (—) দ্বারা। সুতরাং কার্বনের চার যোজ্যতা ও সংযুক্তির আকৃতি প্রকাশ করা যায় এইভাবে :



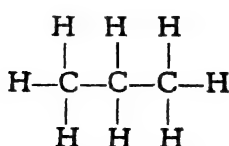
মিথেন

দ্বিতীয়ত, একাধিক কার্বন পরমাণু (এমন কি অগণিত সংখ্যায়) পরস্পরে সংযুক্ত হইয়া শিকলের গায় দুই-মুখ-খোলা বা **মুক্ত-শৃংখল** (open chain) অথবা নির্দিষ্ট সংখ্যায় আবদ্ধ বা **সংবৃত্ত** কাঠামোয় (closed or cyclic) জৈব পদার্থের অণু গঠন করিতে পারে। যথা :



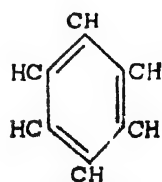
ইথেন

মুক্ত-শৃংখল বোঁগ



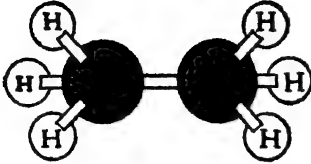
প্রোপেন

মুক্ত-শৃংখল বোঁগ

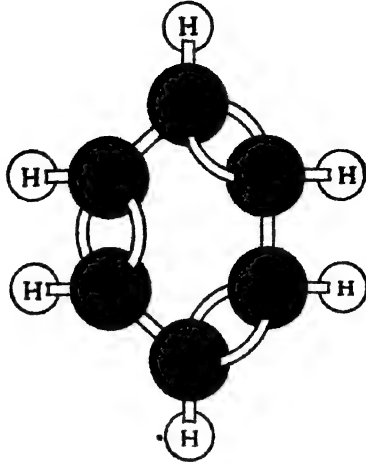


বদ্ধ-শৃংখল-সংবৃত্ত

বোঁগ বেঞ্জিন

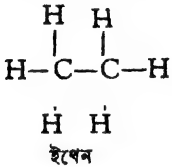


ইথেন



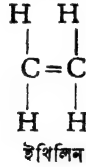
বেঞ্জিন

তৃতীয়ত, দুইটি পবম্পর সংলগ্ন কার্বন পবমাণু এক যোজ্যতা, দুই যোজ্যতা বা তিন যোজ্যতা অর্থাৎ এক যোজক (single bond), দুই যোজক (double bond) বা তিন যোজক (triple bond) দ্বাৰা যুক্ত হইতে পারে। যথা :



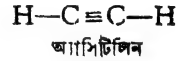
ইথেন

কার্বনের এক যোজক
বা এক-বণ্ড যোগ (সম্পূর্ণ
যোগ) (Saturated
compound)



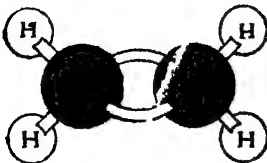
ইথিলিন

কার্বনের দুই যোজক
বা দুই-বণ্ড যোগ
(অসম্পূর্ণ যোগ)
(Unsaturated
compound)



অ্যাসিটিলিন

কার্বনের তিন যোজক
বা তিন-বণ্ড যোগ
(অসম্পূর্ণ যোগ)
(Unsaturated
compound)



ইথিলিন



অ্যাসিটিলিন

সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত যৌগ

(Saturated and Unsaturated Compound)

কার্বনের যোজ্যতা চার। এই চারটি যোজ্যতা কার্বন যৌগের কাঠামো বা স্ট্রাকচারে সাধারণত চারটি যোজক বা বণ্ড দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এই চারটি বণ্ড বা যোজক দুইটি এক যোজক বা বণ্ড এবং একটি দুই যোজক বা বণ্ড অথবা একটি এক যোজক এবং একটি তিন যোজক বা বণ্ড দ্বারাও চিহ্নিত করা যায়।

সম্পৃক্ত যৌগ (Saturated compound) : যে জৈব যৌগে কার্বনের চারটি যোজ্যতা চারটি যোজক বা বণ্ড দ্বারা প্রকাশ করা হয় সেটিকে যৌগকে বলা হয় সম্পৃক্ত যৌগ বা স্যাচুরেটেড কম্পাউন্ড। অর্থাৎ, যে যৌগে গঠনে কার্বনের চারটি যোজ্যতা পরিপূর্ণ থাকে সেটিকে যৌগকে সম্পৃক্ত যৌগ বলা হয়।

অসম্পৃক্ত যৌগ (Unsaturated Compound) : যে জৈব যৌগে কার্বনের চারটি যোজ্যতা দুইটি এক-যোজক এবং একটি দুই-যোজক বা বণ্ড অথবা একটি এক যোজক এবং একটি তিন যোজক বা বণ্ড দ্বারা প্রকাশ করা হয় সেই যৌগকে বলা হয় অসম্পৃক্ত যৌগ বা আনস্যাচুরেটেড কম্পাউন্ড। অর্থাৎ, যে যৌগ গঠনে কার্বনের চারটি যোজ্যতা আংশিক পূর্ণ তথা সমগ্রভাবে অপরিপূর্ণ থাকে তাকে অসম্পৃক্ত যৌগ বলা হয়।

উপরে বর্ণিত উদাহরণে মিথেন বা ইথেন সম্পৃক্ত যৌগ কিন্তু ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ও বেনজিন অসম্পৃক্ত যৌগ। [ফর্মুলা পূর্ব পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য]

জৈব যৌগের শ্রেণী বিভাগ

(Classification of Organic compounds)

জৈব যৌগের সংখ্যা অগণিত হইলেও ইহা বা সূচনিক এবং সূক্ষ্মভাবে বিভিন্ন শ্রেণিতে বিভক্ত। সমস্ত জৈব যৌগ প্রধানত দুইটি মূল শ্রেণিতে বিভক্ত—

(ক) একটি শ্রেণীর নাম মুক্ত-শৃংখল যৌগ তথা ‘ওপেন চেইন কম্পাউন্ডস’ (Open Chain compounds) অথবা অ্যালিফ্যাটিক যৌগ (Aliphatic compounds)।

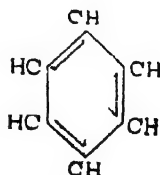
(খ) অপর শ্রেণীর নাম সংবৃত্তাকার বা আবদ্ধ (closed) তথা সাইক্লিক (cyclic) যৌগ অথবা সাধারণত অ্যারোমেটিক যৌগ (Aromatic compounds)। যথা :



হেকসেন

একটি মুক্ত-শৃংখল যৌগ বা

অ্যালিফ্যাটিক যৌগ



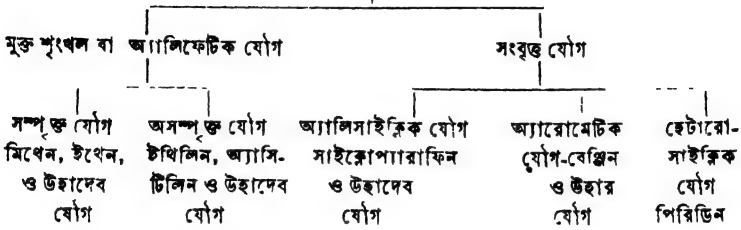
বেনজিন

একটি সংবৃত্ত বা

অ্যারোমেটিক যৌগ

মিথেন, ইথেন, প্রোপেন, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি মুক্ত-শৃংখল অথবা অ্যালিফেটিক যৌগ। এই মুক্ত-শৃংখল বা অ্যালিফেটিক যৌগ আবার সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত যৌগে বিভক্ত। মিথেন ও ইথেন সম্পৃক্ত যৌগের উদাহরণ এবং ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিন অসম্পৃক্ত যৌগের উদাহরণ। আবদ্ধ বা সংবৃত্ত যৌগের উদাহরণ বেঞ্জিন। এই বেঞ্জিন অ্যারোমেটিক শ্রেণীভুক্ত।

জৈব যৌগের শ্রেণীভাগ



ল্যাটিন ভাষার চর্বিযুক্ত পদার্থকে অ্যালিফেটিক এবং গন্ধযুক্ত পদার্থকে অ্যারোমেটিক বলা হয়। চর্বিযুক্ত পদার্থে অনেক মুক্ত-শৃংখল জৈব যৌগ পাওয়া যায়। অ্যারোমেটিক ঘডভুজ বৃত্তাকার যৌগগুলিতে একবকম গন্ধ পাওয়া যায় বলিয়া ইহাদের নাম অ্যারোমেটিক রাখা হয়। কিন্তু বর্তমানে একপ নামের বিশেষ কোন তাৎপৰ্য নাই।

জৈব মূলক (Organic Radical)

জৈব যৌগ অধিকাংশ ক্ষেত্রেই কার্বন ও হাইড্রোজেনের সংযোগে গঠিত। এরূপ যৌগকে সাধারণভাবে হাইড্রো-কার্বন বলা হয়। মিথেন (CH_4) ও বেঞ্জিন (C_6H_6) যৌগ এরূপ বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের প্রাথমিক বা মূল যৌগ। সাধারণত বিভিন্ন জৈব যৌগ মূলত এই হাইড্রোকার্বন যৌগের সজ্জাত যৌগ (Derivatives), হাইড্রোকার্বনের এক একটি হাইড্রোজেন পবমাণু হাইড্রক্সিল ($-\text{OH}$), ক্লোরাইড ($-\text{Cl}$), সায়ানাইড ($-\text{CN}$), অ্যামাইনো ($-\text{NH}_2$) ইত্যাদি মূলক (Radical) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হইয়া হাইড্রোকার্বনের বিভিন্ন সজ্জাত যৌগ বা ডেরিভেটিভস্ তৈরী হয়। উদাহরণ-স্বরূপ বলা যায় নিম্নলিখিত জৈব যৌগগুলি হাইড্রোকার্বন যৌগ মিথেনের সজ্জাত যৌগ বা ডেরিভেটিভস্। যথা :

মিথেন (মূল)	মিথাইল ক্লোরাইড	মিথাইল সায়ানাইড	মিথাইল অ্যামিন
CH_4	CH_3Cl	CH_3CN	CH_3NH_2

মিথেনের এই সজ্জাত যৌগগুলির গঠন-পদ্ধতি লক্ষ্য করিলে দেখা যায় যে এই সজ্জাত যৌগগুলির প্রত্যেকটির মধ্যে CH_3 -গ্রুপ বা মূলকটি বর্তমান।

অরগ্যানিক র্যাডিক্যাল : অন্তত একটি কার্বন-পরমাণুসহ একাধিক কোন মৌল দ্বারা গঠিত যে সকল পরমাণুগুঞ্জ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অপরিবর্তিত থাকে এবং যাহা একাধিক জৈব যৌগে বর্তমান থাকিতে দেখা যায় সে রূপ পরমাণুগুঞ্জকে জৈব-মূলক বা অরগ্যানিক র্যাডিক্যাল (organic radical) বলা হয়।

CH_3 পরমাণুগুঞ্জ এরূপ একটি জৈব মূলক। ইহা মিথেন যৌগ হইতে উদ্ভূত বলিয়া ইহাকে বলা হয় মিথাইল মূলক (Methyl radical)। কয়েকটি জৈব মূলক এবং সজ্জাত যৌগের তথা ডেবিভেটিভসের উদাহরণ :

মূল হাইড্রোকার্বন	জৈব মূলক বা র্যাডিক্যাল	সজ্জাত ক্লোরাইড যৌগ	সজ্জাত অ্যামিন	সজ্জাত অ্যালকোহল
মিথেন CH_4	মিথাইল মূলক CH_3^-	মিথাইল ক্লোরাইড CH_3Cl	মিথাইল অ্যামিন CH_3NH_2	মিথাইল অ্যাল- কোহল CH_3OH
ইথেন C_2H_6	ইথাইল মূলক C_2H_5^-	ইথাইল ক্লোরাইড $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	ইথাইল অ্যামিন $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	ইথাইল অ্যাল- কোহল $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
প্রোপেন C_3H_8	প্রোপাইল মূলক C_3H_7^-	প্রোপাইল ক্লোরাইড $\text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$	প্রোপাইল অ্যামিন $\text{C}_3\text{H}_7\text{NH}_2$	প্রোপাইল অ্যাল- কোহল $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$
বেঞ্জিন C_6H_6	ফিনাইল মূলক C_6H_5^-	ক্লোবো-বেঞ্জিন $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	অ্যামিনো বেঞ্জিন বা অ্যানিলিন $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	হাইড্রোক্সি বেঞ্জিন বা ফিনল $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

কারকপুঞ্জ বা ফাংশনাল গ্রুপ (Functional Group)

মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) মিথাইল মূলক ($-\text{CH}_3$) এবং হাইড্রক্সিল গ্রুপ ($-\text{OH}$) সংযোগে গঠিত। জৈব যৌগে মিথাইল (CH_3-) ইথাইল (C_2H_5-) ইত্যাদি হাইড্রোকার্বন মূলক ব্যতীত অন্য প্রকার মূলকও বর্তমান থাকে। যথা : হাইড্রোক্সিল ($-\text{OH}$), কার্বক্সিল ($-\text{COOH}$), অ্যালডিহাইড ($-\text{CHO}$), কার্বনিল ($-\text{CO}$) ইত্যাদি।

ফাংশনাল গ্রুপ : হাইড্রোকার্বন মূলকের সঙ্গে যে সকল মূলক যুক্ত থাকে সেই সকল মূলকের উপরে জৈব যৌগের ক্রিয়া ও ধর্ম নির্ভর করে বলিয়া ইহাদের কারকপুঞ্জ বা ফাংশনাল গ্রুপ (Functional group) বলা হয়।

মিথাইল অ্যালকোহলে (CH_3OH) হাইড্রোকসিল মূলক (OH) এরূপ কারকপুঞ্জ বা ফাংশনাল গ্রুপ। এরূপ ফাংশনাল গ্রুপ ($-\text{OH}$) জৈব যৌগের ধর্ম ও প্রকৃতি নির্ণয় করে।

বিভিন্ন জৈব যৌগের ধর্ম বা প্রকৃতি নির্ভর করে এরূপ ফাংশনাল গ্রুপের গঠনের উপরে। বিভিন্ন ফাংশনাল গ্রুপের জন্য জৈব যৌগের প্রকৃতি বিভিন্ন হয়। সাধারণত বিভিন্ন কারকপুঞ্জ বা ফাংশনাল গ্রুপ অল্পসংখ্যক জৈব যৌগ বিভিন্ন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। এরূপ ফাংশনাল গ্রুপের ভিত্তিতে শ্রেণীবদ্ধ করিয়া জৈব রসায়নের অল্পধাবন সহজসাধ্য। কয়েকটি প্রধান ফাংশনাল গ্রুপ এবং এরূপ গ্রুপ অল্পসংখ্যক জৈব যৌগের শ্রেণী বিভাগেব কয়েকটি উদাহরণ নিচে দেওয়া হইল।

1. অ্যালকোহলিক গ্রুপ (Alcoholic Group) :

ফর্মুলা : $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}-\text{OH} \\ | \end{array}$; এখানে হাইড্রোকসিল মূলক (OH) ফাংশনাল গ্রুপ। এরূপ হাইড্রোকসিল গ্রুপ যুক্ত জৈব যৌগকে সাধারণত অ্যালকোহল শ্রেণীর জৈব যৌগ বলিয়া আখ্যা দেওয়া হয়। যথা :

মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH), ইথাইল অ্যালকোহল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

2. অ্যালডিহাইড গ্রুপ (Aldehyde Group)

ফর্মুলা : $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ -\text{C}=\text{O} \\ | \end{array}$ বা $-\text{CHO}$,

যে যৌগে এরূপ ($-\text{CHO}$) ফাংশনাল গ্রুপ বর্তমান থাকে সেসকল যৌগকে বলা হয় অ্যালডিহাইড (Aldehyde)। যথা : ফরম্যালডিহাইড ($\text{H}-\text{CHO}$), অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO)।

3. কার্বনিল গ্রুপ (Carbonyl group)

ফর্মুলা : $\begin{array}{c} | \\ -\text{C}=\text{O} \\ | \end{array}$ বা $-\text{CO}-$, এরূপ কার্বনিল গ্রুপের সঙ্গে হাইড্রোজেন যুক্ত থাকে না কিন্তু ইহার কার্বনের অল্প যোজক বা বণ্ড দুইটির সঙ্গে দুইটি জৈবমূলক যুক্ত হইতে পারে। R যদি হয় এরূপ জৈব মূলকের প্রতীক

ভাবে একরূপ যৌগের সাধারণ কর্মলা হইবে: $R-CO-R$; এরূপ জৈব যৌগকে বলা হয় কিটোন (Ketone)। যথা: ডাই-মিথাইল কিটোন বা অ্যাসিটোন ($CH_3-CO-CH_3$), মিথাইল ইথাইল কিটোন ($CH_3-CO-C_2H_5$),

4. কার্বক্সিল গ্রুপ (Carboxyl Group)

কর্মলা: $-C=O$ বা $-COOH$, এরূপ কাংশনাল গ্রুপে কার্বনিল



গ্রুপের সঙ্গে যুক্ত থাকে একটি হাইড্রোক্সিল গ্রুপ। তাই ইহাকে বলা হয় কার্বক্সিল গ্রুপ: কার্বনের অবশিষ্ট যোজক বা বণ্ডের সঙ্গে হাইড্রোজেন বা কোন জৈব মূলক যুক্ত হইয়া যে যৌগ গঠিত হয় তাহাকে বলা হয় জৈব অ্যাসিড (organic acid)। যথা: ফরমিক অ্যাসিড ($H-COOH$), অ্যাসিটিক অ্যাসিড (CH_3-COOH)

5. কার্ব-ইথোক্সি গ্রুপ (Carb-ethoxy Group)

কর্মলা: $-C=O$ বা $-CO-OC_2H_5$, এরূপ গ্রুপে কার্বনিল



গ্রুপের সঙ্গে ($-CO-$) ইথোক্সি গ্রুপ ($-OC_2H_5$) যুক্ত থাকে। কার্বনের অবশিষ্ট যোজক বা বণ্ডের সঙ্গে কোন জৈবমূলক যুক্ত হইয়া এস্টার (Ester) শ্রেণীর যৌগ গঠন করে। যথা: ইথাইল এস্টার ($CH_3-COOC_2H_5$) বা, ইথাইল এসিটেট (Ethyl acetate)।

কাংশনাল গ্রুপের চার্ট

কাংশনাল গ্রুপ	জৈব যৌগের শ্রেণী	উদাহরণ
1 হাইড্রোক্সিল: $-OH$	অ্যালকোহল	মিথাইল অ্যালকোহল: CH_3-OH
2 অ্যালডিহাইড: $-CHO$	অ্যালডিহাইড	অ্যাসিট অ্যালডিহাইড: CH_3-CHO
3 কিটোন: $-CO-$	কিটোন	ডাইমিথাইল কিটোন: $CH_3-CO-CH_3$
4. কার্বক্সিল: $-COOH$	অ্যাসিড	অ্যাসিটিক অ্যাসিড: CH_3-COOH
5 কার্ব-ইথোক্সি: $-COOC_2H_5$	এস্টার	ইথাইল অ্যাসিটেট বা এস্টার: $CH_3-CO-OC_2H_5$

হোমোলোগাস সিরিজ বা সমগণীয় সারি (Homologous Series)

কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগের নাম হাইড্রোকার্বন। মিথেন (CH_4) এরূপ একটি হাইড্রোকার্বন যৌগ। মিথেনের চেয়ে অধিকতর কার্বন ও হাইড্রোজেন সংখ্যার আরও অনেক হাইড্রোকার্বন যৌগ বর্তমান। সেইরূপ অ্যালকোহলের সংখ্যাও অনেক। প্রত্যেক শ্রেণীর জৈব যৌগের সংখ্যা বহু। কিন্তু এক এক শ্রেণীর যৌগগুলি গঠনেব এক বিশেষ রকম শৃংখলা দেখা যায়। এক এক উচ্চতর যৌগগুলিতে কার্বন সংখ্যা একটি একটি করিয়া বৃদ্ধি পায় এবং পর পর সংখ্যার দুইটি যৌগের মধ্যে পার্থক্য দেখা যায় মাত্র একটি কার্বন ও দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর (CH_2)।

হোমোলোগাস সিরিজ (Homologous series) : একই পরিবার বা শ্রেণীভুক্ত জৈব যৌগগুলিকে কার্বন পরমাণুর ক্রমবর্ধমান সংখ্যা অনুযায়ী যদি পরপর সারিবদ্ধ করা যায় এবং যদি দেখা যায় যে পরপর সংলগ্ন দুইটি যৌগের মধ্যে পরমাণুর সংখ্যার পার্থক্য শুধু একটি কার্বন ও দুইটি হাইড্রোজেন তথা CH_2 দ্বারা নির্দিষ্ট, তাহা হইলে সেই শ্রেণীর সমস্ত যৌগকে পরস্পরের হোমোলোগাস বা সমগণীয় বলা হয় এবং এরূপ সমগ্র জৈব যৌগের শ্রেণীটিকে বলা হয় হোমোলোগাস সিরিজ বা সমগণীয় সিরিজ (Homologous series)।

এরূপ সমগণীয় বা হোমোলোগাস সিরিজের কয়েকটি উদাহরণ :

হাইড্রোকার্বন	ফর্মুলা	পার্থক্য
মিথেন	CH_4	
ইথেন	C_2H_6	CH_2
প্রোপেন	C_3H_8	CH_2
বিউটেন	C_4H_{10}	CH_2
পেন্টেন	C_5H_{12}	CH_2
হেক্সেন	C_6H_{14}	CH_2
হেপটেন	C_7H_{16}	CH_2

অ্যালকোহল	কমুলা	পার্থক্য
মিথাইল অ্যালকোহল	CH_3OH	—
ইথাইল অ্যালকোহল	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	CH_2
প্রোপাইল অ্যালকোহল	$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	CH_2
বিউটাইল অ্যালকোহল	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	CH_2
অ্যামাইল অ্যালকোহল	$\text{C}_5\text{O}_{11}\text{OH}$	CH_2
অ্যাসিড	কমুলা	পার্থক্য
ফর্মিক অ্যাসিড	HCOOH	—
অ্যাসিটিক অ্যাসিড	CH_3COOH	CH_2
প্রোপিয়োনিক অ্যাসিড	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	CH_2
বিউটাইরিক অ্যাসিড	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	CH_2

সমগণীয় বা হোমোলোগাস পদার্থের বৈশিষ্ট্য

জৈব পদার্থগুলি হোমোলোগাস বা সমগণীয়ভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা যায় বলিয়া জৈব যৌগেব সংখ্যা অগণিত হওয়া সত্ত্বেও ইহাদের প্রকৃতির ও ধর্মের পরিচয় সন্ধান করা খুবই সরল ও সহজসাধ্য। হোমোলোগাস বা সমগণীয় শ্রেণীর যৌগগুলি পরস্পরে বিশেষভাবে সমধর্মী এবং ইহাদের ভৌত ধর্মের পার্থক্যও অত্যন্ত হৃৎখল। এক একটি সমগণীয় সারিতে দেখা যায় :

1. রাসায়নিক প্রকৃতিতে পর পর সংলগ্ন সমগণ বা হোমোলোগাস সারির যৌগগুলি সমধর্মী এবং ইহাদের পরমাণু সংখ্যার পার্থক্য : CH_2
2. একই রাসায়নিক পদ্ধতিতে বিভিন্ন সমগণ-যৌগ (homologue) প্রস্তুত করা যায়।
3. সমগণের আণবিক গুরুত্ব (mol. wt.) যত বৃদ্ধি পায় উচ্চতর যৌগের রাসায়নিক সক্রিয়তা তত হ্রাস পায়।
4. আণবিক গুরুত্ব বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে সমগণের গলনাংক (M.P.), ফুটনাংক (B.P.) ও ঘনত্ব (Density) বৃদ্ধি পায় এবং দ্রবণীয়তা হ্রাস পায়।
5. অ্যালিক্যাটিক শ্রেণীর উচ্চতম যৌগগুলি ধর্মে মোমের মত এবং রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিশেষভাবে নিষ্ক্রিয়।

জৈব রসায়নকে তাই অনেক সময় সমগণীয় সারির তথ্য হোমো-লোগাস সিরিজের রসায়নও (Chemistry of Homologous Series) বলা হয়।

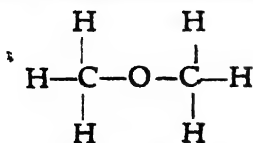
আইসোমার ও আইসোমারিজম (Isomer and Isomerism)

শুধুমাত্র আণবিক ফর্মুলা (molecular formula) দ্বারা জৈব যৌগের স্বরূপ নির্ণয় করা যায় না। C_2H_6O —এই ফর্মুলায় দুই বকম পদার্থ পাওয়া যায়। একটির নাম ইথাইল অ্যালকোহল। ইহা তরল। অপরটি নাম ডাই-মিথাইল-ইথার। ইহা সাধারণ উষ্ণতায় গ্যাসীয়। এরূপ $C_8H_{12}O_4$ —এই ফর্মুলাটি দ্বারা 66 বকম ধর্মের জৈব যৌগের আণবিক ফর্মুলাব পৰিচয় দেওয়া যায়। C_5H_{12} —এই ফর্মুলা দ্বাৰা তিনটি, এবং C_9H_{20} —ইহা দ্বারা পঁয়ত্রিশটি বিভিন্ন জৈব যৌগের পরিচয় দেওয়া যায়। অজৈব যৌগের মধ্যে সাধারণত একই আণবিক ফর্মুলায় এরূপ একাধিক যৌগ গঠন সম্ভব নয়। অজৈব যৌগের (জটিল যৌগ ছাড়া) একবকম পদার্থেব জন্ত একটি মাত্র আণবিক ফর্মুলা বর্তমান। H_2SO_4 —এই আণবিক ফর্মুলায় একমাত্র সালফিউরিক অ্যাসিড বোঝায়।

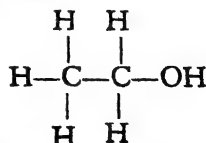
আইসোমারিজম (Isomerism) : জৈব যৌগের ক্ষেত্রে একই আণবিক ফর্মুলায় বিভিন্ন ধর্মের একাধিক যৌগ গঠনের রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যকে আইসোমারিজম (Isomerism) বা সমাংশধর্ম বলা হয় এবং একটি ফর্মুলায় গঠিত বিভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট যৌগগুলিকে আইসোমার (Isomer) বা সমাংশ বলা হয়। ‘আইসো’ অর্থ ‘সম’ ‘মোরাস’ অর্থ ‘অংশ’।

জৈব অণুর কাঠামোয় পরমাণুব গঠন সংযুতির পার্থক্যের জন্ত এরূপ আইসোমার গঠন সম্ভব হয়।

C_2H_6O —এরূপ আণবিক ফর্মুলায় দুই বকম যৌগ গঠিত হইতে পারে। একটি ডাই-মিথাইল-ইথার। ইহা গ্যাস এবং ইহার ফুটনাংক $23.6^{\circ}C$ । সোডিয়ামের সঙ্গে ইহা বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম। পক্ষান্তরে সম ফর্মুলায় ইথাইল অ্যালকোহল তরল পদার্থ এবং ইহার ফুটনাংক $78.5^{\circ}C$ । ইহা সোডিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইতে সক্ষম। কেবুলের ন্ত্র অস্থায়ী এরূপ আইসোমার যৌগ দুইটির গঠন বা স্ট্রাকচার লেখা যায় :



ডাই-মিথাইল ইথার



ইথাইল অ্যালকোহল

জৈব যৌগের উৎস (Sources of Organic compounds) : জৈব যৌগ সাধারণত প্রাকৃতিক পদার্থ হইতে পাওয়া যায় অথবা রসায়নাগারে কৃত্রিম ভাবে সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে প্রস্তুত করা হয়। প্রাকৃতিক উৎসের মধ্যে উদ্ভিদ, জীব, কাঠ কয়লা, পেট্রোলিয়াম ইত্যাদি পদার্থের মধ্যে বিভিন্ন জৈব যৌগ পাওয়া যায়। এই সব পদার্থগুলির মূলত জটিল। কিন্তু ইহাদের অস্থূর্ণ পাতনেব ফলে একরূপ জটিল যৌগ ভাঙ্গিয়া অগণিত সরল যৌগ গঠিত হয়। সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে রসায়নাগারেও এখন অগণিত জৈব যৌগ প্রস্তুত করা সম্ভব।

Questions to be discussed

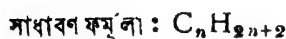
1. State in outlines Kekule's theory of the formation of organic compounds. Give examples.
2. How are organic compounds classified? Give one example
3. What is a homologous series? What are the characteristic features of a homologous series?
4. What is isomerism? Give example of two isomers
5. Define organic radical and Functional group Give examples. What are the sources of the organic compounds?
6. Write what you know about the following :—
(a) Homologous series, (b) Saturated and unsaturated compounds. Illustrate your answer with examples.

[H S Exam. 1963]

কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগকে হাইড্রো-কার্বন বলা হয়। ইহারা জৈব যৌগের আদি পদার্থ। অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, অ্যাসিড ইত্যাদি শ্রেণীব জৈব যৌগকে হাইড্রোকার্বনের সংজ্ঞাত যৌগ বা ডেবিভেটিভস্ (Derivatives) বলা হয়। হাইড্রোকার্বন প্রধানত অ্যালিফেটিক ও অ্যারোমেটিক শ্রেণীতে বিভক্ত। মিথেন অ্যালিফেটিক শ্রেণীর এবং বেঞ্জিন অ্যারোমেটিক শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত।

হাইড্রো-কার্বন সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত দুই রকম হইতে পারে। সম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বন (Saturated Hydro-carbon) যৌগে কার্বনের চারিটি যোজ্যতাই সম্পৃক্ত থাকে। অ্যালিফেটিক বা যুক্তশৃংখল সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে প্যারAFFিন (Paraffin) বলা হয়। প্যারAFFিন অর্থ অনাসক্ত, কারণ সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যৌগ অভ্যন্ত নিষ্ক্রিয়। অসম্পৃক্ত অলিফিন জাতীয় (olefin) হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকেন (alkene) বলা হয়। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনে কার্বনের যোজ্যতাই অসম্পৃক্ত থাকে। অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনে তাই হাইড্রোজেনের সংখ্যা কম। দুই যোজক বা বণ্ড যুক্ত (double bond) অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে ইথিলিন গোষ্ঠী (Ethylene family) বা অলিফাইন (Olefines) বলা হয়। তিন যোজক বা বণ্ড যুক্ত (triple bond) অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে বলা হয় অ্যাসিটিলিন-গোষ্ঠী (Acetylene family)।

1. এক যোজক বা বণ্ডযুক্ত সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তথা প্যারAFFিন :



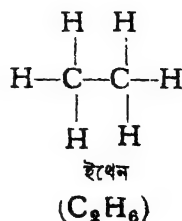
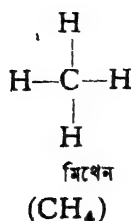
উদাহরণ :

মিথেন— CH_4

ইথেন— C_2H_6

প্রোপেন— C_3H_8

বিউটেন— C_4H_{10}



2. দুই যোজক বা বণ্ড তথা দ্বিবন্ধযুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তথা ইথিলিনস বা অ্যালকেনস :

সাধারণ ক্রমূলা— C_nH_{2n}

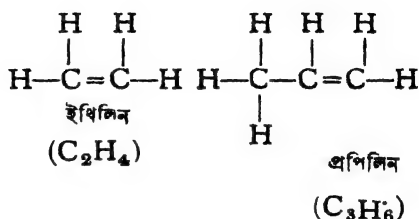
উদাহরণ :

ইথিলিন— C_2H_4

প্রোপিলিন— C_3H_6

বিউটিলিন— C_4H_8

অ্যামিলিন— C_5H_{10}



3. তিন যোজক বা বণ্ড তথা ত্রিবন্ধযুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তথা অ্যাসিটিলিনস :

সাধারণ ক্রমূলা : C_nH_{2n-2} $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
অ্যাসিটিলিন

উদাহরণ :

অ্যাসিটিলিন : $\text{CH}\equiv\text{CH}$ (C_2H_2)

মিথাইল অ্যাসিটিলিন : $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$

ইথাইল অ্যাসিটিলিন : $C_2H_5-\text{C}\equiv\text{CH}$

প্রোপাইল অ্যাসিটিলিন : $C_3H_7-\text{C}\equiv\text{CH}$

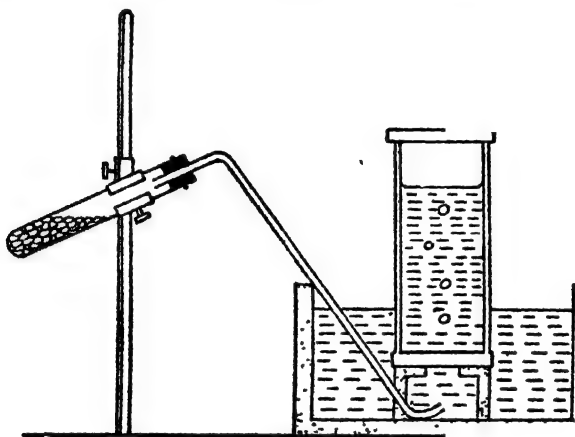
সমগণীয় সারি : পব পর দুইটি সম্পৃক্ত বা অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন যৌগের মধ্যে কার্বন ও হাইড্রোজেনের সংখ্যার ব্যবধান CH_2 ; তাই, ইহারা এক একটি সমগণীয় সারি (Homologous series) ; অর্থাৎ সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের এক একটি শ্রেণী এক একটি সমগণীয় সারি বা হোমোলোগাস সিরিজ। ইহারাই অ্যালিফ্যাটিক শ্রেণীর অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, কিটোন, অ্যামিড ইত্যাদি যৌগের মূল উপাদান।

অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন পরমাণুর সংখ্যা সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের সমান ; কিন্তু অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেনের সংখ্যা কম। তাই, ইহারা অগ্ৰান্ত মৌলের সঙ্গে যুক্ত হইয়া যুত-যৌগ (additive compound) গঠন করিতে পারে।

1. সম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বন—মিথেন (CH_4) (Saturated Hydrocarbon)

পড়া উদ্ভিদপূর্ণ বঙ্গ অলাশবের কাদা বাড়িয়া দিলে যে গ্যাসটি উৎপন্ন হইতে দেখা যায় এবং মাঝে মাঝে যে-গ্যাসটি জলিয়া উঠিয়া আলেবার দৃষ্টি করে তার নাম মার্শ'গ্যাস বা মিথেন (Marsh gas or Methane)। [এই গ্যাসের সঙ্গে কস'কিন ও কস'করাস ডাই-হাইড্রাইড ($\text{PH}_3 + \text{P}_2\text{H}_4$) মিশ্রিত থাকে। তাই, মার্শ'গ্যাস বায়ুর সংস্পর্শে স্বতঃস্ফূর্তভাবে জলিয়া ওঠে।] পেট্রোলিয়ামের কুপে ও করলার খনিতেও মিথেন পাওয়া যায়। বায়ুর সঙ্গে মিথেন বিস্ফোরণযোগ্য মিশ্রণ গঠন করে বলিষা কয়লার খনিতে অনেক সময় দুর্ঘটনা ঘটে।

প্রাকৃতিক প্রাপ্তি (Natural occurrence) : কোল গ্যাসে 40% মিথেন পাওয়া যায় এবং প্রাকৃতিক গ্যাসে (natural gas) মিথেনের পরিমাণ

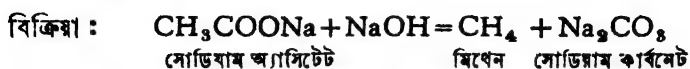


সাধারণ মিথেন প্রস্তুতি

৪৫ শতাংশ। মিথেন সম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বন বা প্যাবাফিন সিবিলের আদি যৌগ।

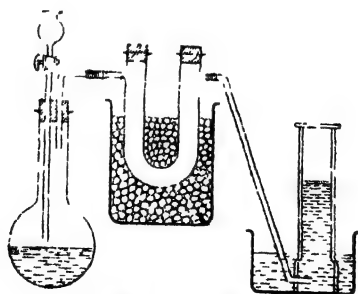
1. রসায়নাগারের প্রস্তুতি (Laboratory Process) : শক্ত-কাচের পরীক্ষা-নলে অথবা ফ্লাস্কে এক ভাগ বিত্তক সোডিয়াম অ্যাসিটেটের (CH_3COONa) সঙ্গে তিন ভাগ সোডা-লাইম (Soda lime) উত্তপ্ত করিয়া রসায়নাগারে মিথেন তৈরী করা হয়। সাধারণত সোডিয়াম অ্যাসিটেটে জল অণু যুক্ত থাকে ($\text{CN}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), ইহা উত্তপ্ত করিয়া শুক করা হয়। [কঠিক সোডার (NaOH) সম্পৃক্ত শুক পোড়া চুনকে (CaO) সোডা-লাইম বলা হয়।] পরীক্ষা-নলের সঙ্গে ফিটকরা

নির্গম-নলেন মাধ্যমে নির্গত মিথেন গ্যাস জলভরা গ্যাস জারের জল সরাইয়া সংগ্রহ করা হয় (চিত্র দেখ)। এই গ্যাস বিশুদ্ধ নয়। সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও সোডা লাইমের বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত মিথেন গ্যাসের মধ্যে হাইড্রোজেন, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ও জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে।



এই গ্যাস অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রাস ক্লোরাইড দ্রবণে ঢালাইয়া অ্যাসিটিলিন এবং ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডে ইথিলিন ও জলীয় বাষ্প শোষিত করিয়া শেষে পারদ সরাইয়া সংগ্রহ করা হয়। ইহা বিশুদ্ধ হইলেও এই মিথেন গ্যাসের মধ্যে কিছু হাইড্রোজেন থাকে।

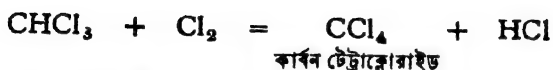
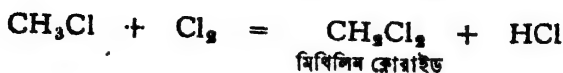
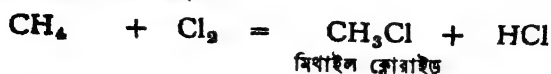
2. বিশুদ্ধ মিথেন (Pure Methane) : একটি ক্লাস বা বড় পবীক্ষা-নলে জল বা অ্যালকোহলেব মধ্যে ‘জিংক-কপার কাপল’ (zinc-copper couple) তথা ‘জিংক-কপার যুগ্ম’ অথবা অ্যালুমিনিয়াম-অ্যামালগাম (Al-Hg) লও। ইহার মধ্যে বিচ্ছেদক ফানেল (separating funnel) হইতে মিথাইল আয়োডাইড (CH_3I) ঢাল। সংলগ্ন চিত্রাভূষায়ী যন্ত্র সাজাও। [কপাব সালফেট দ্রবণে জিংক দানা ফেলিলে জিংকের গায়ে কপাবেব আন্তরণ পড়ে। ইহাই Zn-Cu কাপল। মাবকিউরিক ক্লোরাইড দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম দানা ফেলিলে ইহাঁদেব উপরে মারকাবীর আন্তরণ পড়ে। ইহাই Al-Hg অ্যামালগাম।]



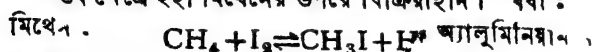
বিশুদ্ধ মিথেন প্রস্তুতি

‘জিংক-কপার-যুগ্ম’ জল বা অ্যালকোহল হইতে জায়মান (nascent) হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। অ্যালুমিনিয়াম-মারকারী অ্যামালগামও একই বিক্রিয়া ঘটায়। এই জায়মান হাইড্রোজেন মিথাইল আয়োডাইডের সঙ্গে স্বাভাবিক তাপে বিক্রিয়া ঘটাইয়া মিথেন তৈরী করে। যথা :

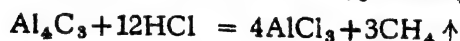
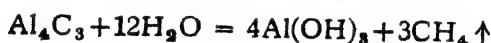
ত (defused) আলোতে। ব্রোমিনের ক্রিয়া আরও মৃদু। প্রতিস্থাপন বিপ্ল এবং গঠিত যৌগ অম্লরূপ :



যায়োডিন প্রতিমুখী বা রিভার্সিবল (reversible) বিক্রিয়া ঘটায়। কার্বনকে ইহা মিথেনের উপরে বিক্রিয়াহীন। যথা :

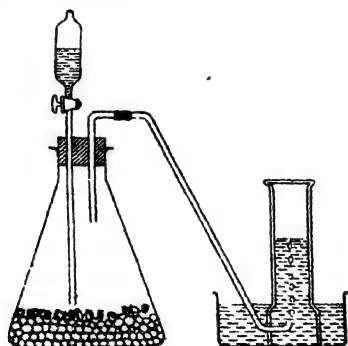


কর্কের সাহায্যে ইহার মধ্যে একটি বিন্দুপাতী কানেল ও নির্গম-নল ফিট করা হয়। বিন্দুপাতী কানেল হইতে জল বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ফোঁটা ফোঁটা করিয়া কারবাইডের উপর ফেলিলে মিথেন তৈরী হয়। যথা :



অ্যালুমিনিয়াম কারবাইড

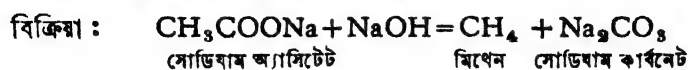
মিথেন



অ্যালুমিনিয়াম কারবাইড হইতে মিথেন প্রস্তুতি

অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড জলে অম্লীয় বলিয়া বিক্রিয়া কিছুকণ হওয়ার পরে অম্লীয় তরলের আতরণ স্রষ্টি করায় বিক্রিয়া মন্দীভূত হইয়া যায়।

নির্গম-নলের মাধ্যমে নির্গত মিথেন গ্যাস জলভরা গ্যাস জারের জল সরাইয়া সংগ্রহ করা হয় (চিত্র দেখ)। এই গ্যাস বিশুদ্ধ নয়। সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও সোডা লাইমের বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত মিথেন গ্যাসের মধ্যে হাইড্রোজেন, ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ও জলীয় বাষ্প মিশ্রিত থাকে।

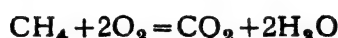


এই গ্যাস অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রাস ক্লোরাইড ভ্রবণে ঢালাইয়া অ্যাসিটিলিন এবং ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিডে ইথিলিন ও জলীয় বাষ্প শোষিত কবিত্ব শেষে পারদ সরাইয়া সংগ্রহ করা হয়। ইহা বিশুদ্ধ হইলেও এই মিথেন গ্যাসের মধ্যে কিছু হাইড্রোজেন থাকে।

2. বিশুদ্ধ মিথেন (Pure Methane): একটি ক্লাস বা বড পরী নলে জল বা অ্যালকোহলেব মধ্যে 'জিংক-কপার কাপল' (zinc-couple) নামক physical property অথবা অ্যালুমিনিয়াম-কোবাল্ট গ্যাস। (ii) ইহা বায়ু হইতে হালকা। (iii) জলে অতি দ্রবণীয়, কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার ও বেনজিনে অপেক্ষাকৃত বেশী দ্রবণীয়।

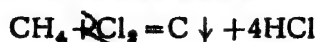
রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties): (i) মিথেনের নিষ্ক্রিয়তা (inactivity): মিথেন একটি সম্পূর্ণ হাইড্রো-কার্বন। তাই, নাইট্রিক বা সালফিউরিক অ্যাসিড, ফার অথবা কোন জারক বা বিজারক পদার্থ আভাবিক অবস্থায় মিথেনের উপরে বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম।

(ii) বায়ুর সঙ্গে ক্রিয়া (Action of air): মিথেন দহনশীল গ্যাস। মিথেন বায়ুতে প্রজ্জ্বলিত হইলে অদীপ্ত শিখায় জলিয়া ওঠে এবং জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO₂) গঠন করে। যথা:



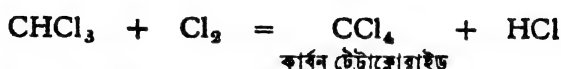
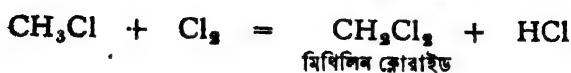
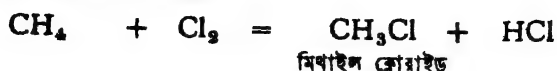
অগ্নিস্পর্শে বায়ু ও মিথেন গ্যাসের মিশ্রণে বিস্ফোরণ ঘটে। তাই, কয়লার খনিতে মাঝে মাঝে দুর্ঘটনা ঘটিতে দেখা যায়।

(iii) প্রতিস্থাপন বা সাবস্টিটিউশন (Substitution): ক্লোরিন ও মিথেন মিশ্রণে সূর্যের আলো পড়িলে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটে এবং কালো কার্বনের খুল ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠিত হয়। যথা:



ক্লোরিন ও ব্রোমিন মিথেন অণুর হাইড্রোজেন একটি একটি করিয়া প্রতিস্থাপিত করে। ক্লোরিনের একরূপ প্রতিস্থাপন ক্রিয়া ঘটে ধীরে ধীরে এবং

defused) আলোতে। ব্রোমিনের ক্রিয়া আরও বৃহৎ। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া এবং গঠিত যৌগ অস্থায়ী :

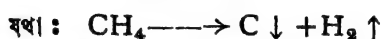


আয়োডিন প্রতিস্থাপী বা রিভার্সিবল (reversible) বিক্রিয়া ঘটায়। তাই বাস্তব ক্ষেত্রে ইহা মিথেনের উপরে বিক্রিয়াহীন। যথা :



(iv) বিশ্লেষণ বিক্রিয়া : বায়ব অভাবে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করা হইলে মিথেন ভাঙিয়া কার্বন ও হাইড্রোজেন তৈরী হয়।

1000°C



(v) ফর্ম্যালডিহাইড প্রস্তুতি : মিথেন ওজেন (O₃) কর্তৃক জারিত হইয়া ফর্ম্যালডিহাইড গঠিত হয়। $3\text{CH}_4 + \text{O}_3 = \text{HCHO} + \text{H}_2$

মিথেনের সম্পৃক্ততার প্রমাণ : মিথেনের নিষ্ক্রিয়তা এবং ইহার যুত-যৌগ (Additive compound) গঠনের অক্ষমতা এবং ক্লোরিন ও ব্রোমিনের সঙ্গে প্রতিস্থাপন পদ্ধতিতে চারিটি ভিন্ন ভিন্ন যৌগ গঠনের প্রক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয় যে ইহা একটি সম্পৃক্ত (saturated) যৌগ।

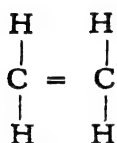
মিথেনের মূলককে অ্যালকিল তথা, মিথাইল মূলক (Methyl radical) বলা হয়। ইহার ফর্মুলা $\text{CH}_3 -$, মিথেন সমস্ত অ্যালিক্যাটিক যৌগের আদি পদার্থ।

ব্যবহার : মিথেন গ্যাস প্রধানত জালানী রূপে, কার্বন-ব্ল্যাক তৈরীর জন্য এবং মিথাইল ক্লোরাইড, মিথিলিন ক্লোরাইড, ক্লোরোফর্ম ও কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 এবং CCl_4 যৌগ প্রস্তুতির জন্য ব্যবহার করা হয়।

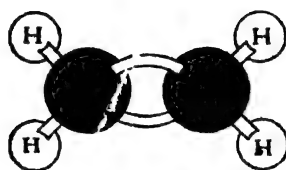
২. অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন : ইথিলিন— C_2H_4

(Unsaturated Hydro-Carbon)

অলিফাইন গোষ্ঠীর অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের আদি যৌগ ইথিলিন $CH_2=CH_2$, ইহাকে অলিফিন গ্যাসও (Olefin) বলা হয়। ইহা কোল-গ্যাস (3-4%) এবং পেট্রোলিয়ামের গ্যাসের মধ্যে পাওয়া যায়। আমেরিকার প্রাকৃতিক গ্যাসে প্রায় 20% ইথিলিন পাওয়া যায়। ইহার শিখা প্রদীপ্ত (luminous)। ইথিলিন দুই যোজক বা বণ্ড যুক্ত (double bond) অসম্পৃক্ত যৌগ। ইহার গঠন :



অথবা



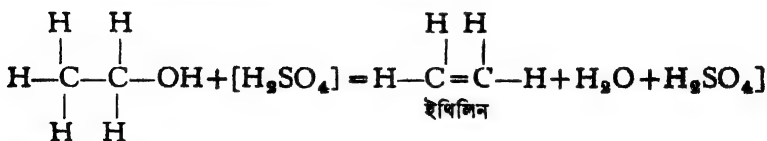
অসম্পৃক্ত ইথিলিনের সংযুতি বা আকৃতিক ফর্মুলা

প্রস্তুতি : রসায়নাগারের পদ্ধতি (Laboratory process) : (১) ঘন সালফিউরিক অথবা ফসফরিক অ্যাসিডের দ্বারা তীব্র জল শোষক (dehydrating) কোন পদার্থ ইথাইল অ্যালকোহলের (C_2H_5OH) সঙ্গে $165^\circ C$ তাপাংকে মিশ্রিত করিলে ইহা অ্যালকোহলের জলীয় অংশ শুষিয়া লয় এবং তাহার ফলে তৈরী হয় ইথিলিন। যথা :



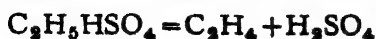
ইথাইল অ্যালকোহল

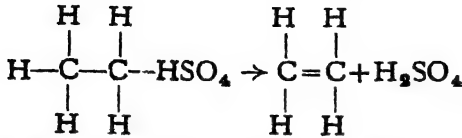
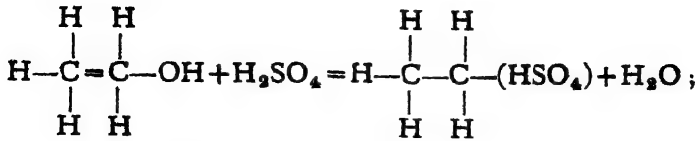
ইথিলিন



ইথাইল অ্যালকোহল

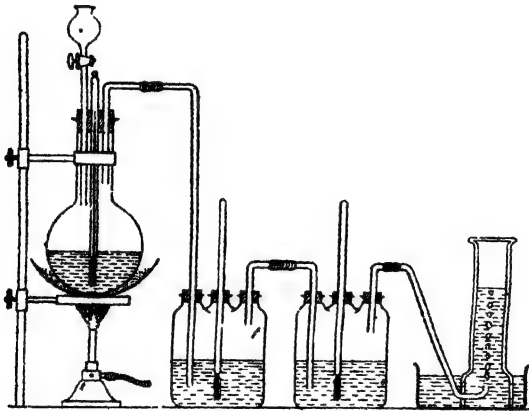
বাস্তব ক্ষেত্রে বিক্রিয়ায় প্রথমে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট তৈরী হয় এবং ইহা উচ্চতর তাপাংকে বিয়োজিত হইয়া ইথিলিন উৎপন্ন করে। যথা :





সালফিউরিক অ্যাসিডের পরিমাণ বেশি না হইলে ইথার ($\text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$) তৈরী হয়।

পরীক্ষা (Expt) : একটি ফ্লাস্কের মধ্যে একভাগ ইথাইল অ্যালকোহলের সঙ্গে তিন ভাগ আয়তনেক ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রণ। ফ্লাস্কের মুখে একটি করিয়া থার্মোমিটার, বিন্দুপাতী কানেল (dropping funnel) ও নির্গম নল ফিট কর। নির্গম নলের পথে কষ্টিক পটাস দ্রবণ (KOH) অথবা (NaOH)

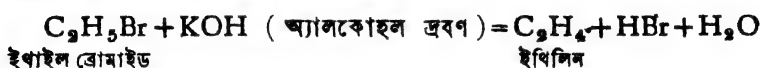


ইথিলিন প্রস্তুতি

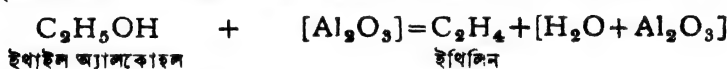
পূর্ণ একটি বা দুইটি ধোত পাত্র তথা ওয়াশার (washer) ফিট কর। বালি, সালান্ন তথা 'স্যান্ডব্যাথ' (Sandbath) বাখিয়া $165^\circ\text{C} - 170^\circ\text{C}$ তাপাংকে ম্যালকোহল-অ্যাসিড মিশ্রণটি তপ্ত কর। তপ্ত মিশ্রণ হইতে নির্গত গ্যাস জল রাইয়া গ্যাসজারে পূর্ণ কর। গ্যাস উৎপাদন হ্রাস পাইলে বিক্রিয়া ফ্লাস্কে বিন্দুপাতী কানেলের মাধ্যমে সম পরিমাণে মিশ্রিত সালফিউরিক অ্যাসিড ও ইথাইল অ্যালকোহল মিশ্রণ ঢাল। ইহার সঙ্গে অতিরিক্ত ইথিলিন তৈরী হয়।

গ্যাস ওয়াশারে (gas-washer) স্থাপিত কঠিক সোডা বা পটাশের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করিয়া উৎপন্ন গ্যাসের সঙ্গে মিশ্রিত কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ও সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) অপসারিত করা হয়।

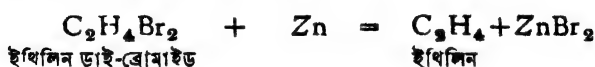
(ii) ইথাইল ব্রোমাইড ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$) হইতে (From Ethyl bromide) : অ্যালকোহলে কঠিক পটাশ (KOH) দ্রবীভূত করিয়া কঠিক পটাশের সেই ঘন ও তপ্ত অ্যালকোহলীয় দ্রবণে একটি বিন্দুপাতী কানেল বা ড্রপিং কানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ইথাইল ব্রোমাইড ($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$) কেলিয়া ইথিলিন তৈরী করা যায়। যথা :



(iii) ইথাইল অ্যালকোহল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) হইতে (From Ethyl alcohol) : অ্যালুমিনা (Al_2O_3) উপরে 360°C তাপাংকে ইথাইল অ্যালকোহল বাষ্প চালাইয়া উচ্চহারে ইথিলিন তৈরী করা যায়। ইহা একটি বৃহদায়তন উৎপাদনের শিল্প-পদ্ধতি (Large scale production)।



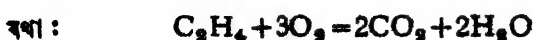
(iv) বিশুদ্ধ ইথিলিন (Pure Ethylene) : ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইডেব ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$) অ্যালকোহলীয় দ্রবণ জিংক ডাস্টের (Zinc dust) সঙ্গে উত্তপ্ত করিয়া ইথিলিন তৈরী করা যায়। যথা :



ইথিলিনের ধর্ম (Properties of Ethylene)

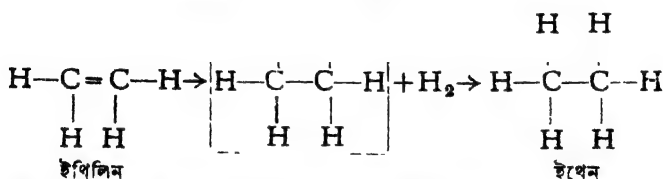
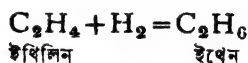
ভৌত ধর্ম (Physical properties) : ইথিলিন হালকা এবং স্ফটিক পদ্ধতুক্ত একটি বর্ণহীন গ্যাস। (ii) জলে ইহা অতি সামান্য দ্রবণীয়, কিন্তু অ্যালকোহল, ইথার, বেঞ্জিন ইত্যাদিতে অপেক্ষাকৃত বেশী দ্রবণীয়। (iii) ইহা বায়ুর চেয়ে হালকা। (iv) ইহার গ্যাসে শ্বাস গ্রহণে শরীর অবশ হইয়া যায়।

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) : (i) বায়ুর ক্রিয়া (Action of air) : ইহা নহনশীল গ্যাস এবং বায়ুতে প্রজ্জ্বলিত হইলে প্রদীপ্ত লিখায় জলিয়া উঠে। অগ্নিস্পর্শে বায়ু ও ইথিলিনের মিশ্রণে বিস্ফোরণ ঘটে।



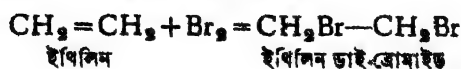
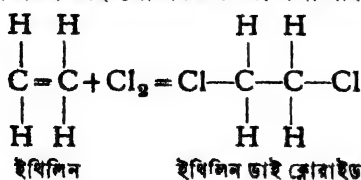
(ii) রাসায়নিক সক্রিয়তা ও যুতযোগ গঠন (Additive reaction): ইথিলিন অণুর দুইটি কার্বন পরমাণু দ্বি-বন্ধের বা ডাবল-বন্ড দ্বারা যুক্ত হওয়ায় ইহা একটি অসম্পৃক্ত যৌগ। যথা: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$; ইহা তাই বিশেষ সক্রিয় (reactive)। এই সক্রিয়তা অসম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বনের বৈশিষ্ট্য। নিজস্ব কোন পরমাণু না হারাইয়া অন্য পরমাণুর সঙ্গে ইথিলিন যুক্ত হইতে পারে এবং এরূপ বিক্রিয়াকে যুতযোগ গঠন বা অ্যাডিটিভ ক্রিয়া বলে। অর্থাৎ, কোন অসম্পৃক্ত যৌগ যখন নিজস্ব কোন পরমাণু না হারাইয়া অন্য পরমাণুর সঙ্গে যুক্ত হইয়া সম্পৃক্ত যৌগ গঠন করে তখন সেরূপ বিক্রিয়াকে যুত যৌগ গঠন বা অ্যাডিটিভ বিক্রিয়া (Additive reaction) বলা হয়।

(ক) হাইড্রোজিনেশন (Hydrogenation): প্র্যাটিনাম বা প্যালাডিয়াম বা নিকেল অক্সিডের সংস্পর্শে এবং 150°C তাপাংকে হাইড্রোজেন ইথিলিনকে যুত-যৌগ (additive compound) ইথেনে রূপান্তরিত কবে। যথা:

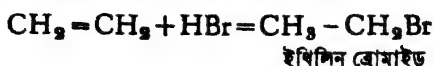


জায়মান হাইড্রোজেন এরূপ বিক্রিয়া ঘটাইতে অক্ষম।

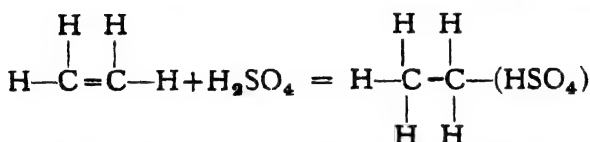
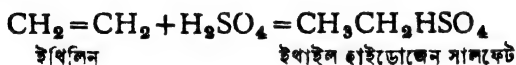
(খ) হ্যালোজেনের ক্রিয়া (Action of Halogen): ক্লোরিন ও ব্রোমিন আলোকরশ্মির প্রভাবে সরাসরিভাবে ইথিলিনের সঙ্গে সংযুক্ত হয়। ইহাও অ্যাডিটিভ বা যুত যৌগ গঠন বিক্রিয়া। আয়োডিনের বিক্রিয়া খটে মৃদুর গতিতে। লালবর্ণের ব্রোমিন দ্রবণের ভিতর দিয়া ইথিলিন গ্যাস চালাইয়াও বর্ণহীন ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড তৈরী করা যায়। যথা:



(গ) ইথিলিন হ্যালোজেন অ্যাসিডের (হাইড্রো-আইয়োডিক অ্যাসিড HI) সঙ্গে বিক্রিয়ায় ইথাইল হ্যালাইড যুত-যোগ গঠন করে। যথা :



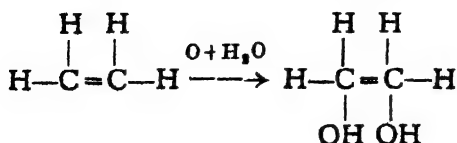
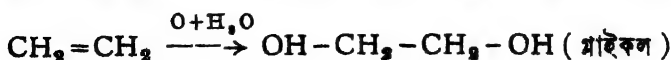
(ঘ) সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া (Action of Sulphuric acid) : ইথিলিনকে স্বাভাবিক তাপাংকে ধূমায়মান সালফিউরিক অ্যাসিড এবং উচ্চতর তাপাংকে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড ইথিলিন শোষণ করিতে পারে। উভয় বিক্রিয়ায় যুত-যোগ ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট তৈরী হয়। যথা :



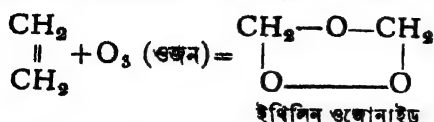
এরূপ বিক্রিয়ার সাহায্যে পিথেন, ইথেন প্রভৃতি সম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বন এবং কার্বন মনোকসাইড ডায়কসাইড, হাইড্রোজেন (CO, CO₂, H₂) প্রভৃতি গ্যাসের মিশ্রণ হইতে ইথিলিন পৃথক করা যায়। সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা শোষণের পরে ইহা উত্তপ্ত করিলে আবার ইথিলিন ফিরিয়া পাওয়া যায়।



(iii) পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট (KMnO₄) দ্রবণের ক্রিয়া বা ইথিলিন জারণ : ক্ষার মিশ্রিত পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্রবণে ইথিলিন (C₂H₄) চালনা কবিলে ইথিলিন জারিত হইয়া গ্লাইকলে (glycol) পরিণত হয় এবং বেগুনী দ্রবণ বিবর্ণ হইয়া যায়। ইহা একটি জারণ ক্রিয়া। যথা :

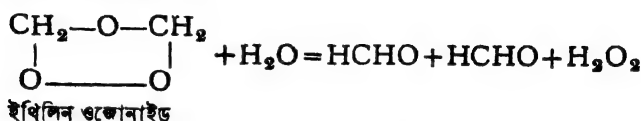


(iv) **ওজোনের সঙ্গে বিক্রিয়া :** ওজোনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ইথিলিন **ওজোনাইড (ozonide)** নামক দ্রুত-যৌগ গঠন করে। যথা :



ইথিলিন ওজোনাইড

এই ইথিলিন ওজোনাইড জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ফরম্যালডিহাইড ও হাইড্রোজেন পারক্সাইড গঠন করে। যথা :



ইথিলিন ওজোনাইড

ব্যবহার (Uses) : কাঁচা ফল পাকাইবার জন্য ইথিলিন ব্যবহৃত হয়। ইথাইল অ্যালকোহল, বিষাক্ত মার্গার্ড গ্যাস, গ্রাইকল, পলিথিন প্লাস্টিক ইত্যাদি তৈরী করার জন্য এবং অসাড়ক বা বিবশক (anaesthetic) রূপেও ইথিলিন ব্যবহার করা হয়।

৩. অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন : অ্যাসিটিলিন

(Acetylene $\text{CH} \equiv \text{CH}$)

(Unsaturated Compound)

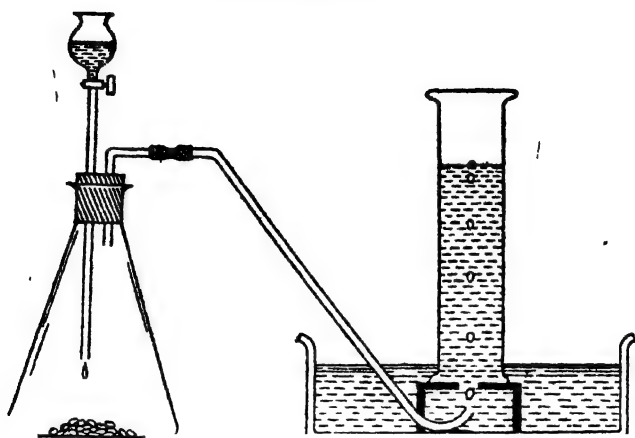
প্রকৃতিতে মুক্ত পদার্থরূপে অ্যাসিটিলিন পাওয়া যায় না। কোল গ্যাসে কিঞ্চিৎ পরিমাণে অ্যাসিটিলিন থাকে। এডমণ্ড ডেভি (Edmund Devy)



সম্পৃক্ত অ্যাসিটিলিনের সংযুক্তি ফর্মুলা

নামে এক আমেরিকান বিজ্ঞানী বিদ্যুৎচুম্বীর সাহায্যে ক্যালসিয়াম অক্সাইডকে কার্বন দ্বারা বিজারিত করার পরীক্ষা করিতে বাইয়া আকস্মিকভাবে অ্যাসিটিলিন গ্যাস আবিষ্কার করেন। বিদ্যুৎচুম্বীতে কার্বন ও ক্যালসিয়াম অক্সাইড উত্তপ্ত করিয়া যে-পদার্থ পাওয়া যায় তাহা জলে মিশাইবার ফলে একটি গ্যাস তৈরী হয়। এই গ্যাসটিই অ্যাসিটিলিন। বুনসেন-দীপের পশ্চাৎজ্বলার (strike back) সময়ও অ্যাসিটিলিন তৈরী হয়।

অ্যাসিটিলিন ত্রি-বন্ধ বা তিন-বন্ধ যুক্ত (triple bond) অসম্পৃক্ত যৌগ :
তাই ইহার গঠন কাঠামো :



অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতি

1. রসায়নাগারে প্রস্তুতি (Laboratory method) : কার্বাইডের গ্যাসবাতিতে যে-ভাবে গ্যাস তৈরী হয় রসায়নাগারেও ঠিক সেইভাবে অ্যাসিটিলিন তৈরী করা যায়। একটি ফ্লাস্কেব মধ্যে কয়েক খণ্ড ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) রাখা হয়। একটি বিন্দুপাতী ফানেল হইতে কার্বাইডের উপর ফোটা ফোটা করিয়া জল ফেলা হয়। কার্বাইড ও জলের বিক্রিয়ায় স্বাভাবিক তাপাংকেই অ্যাসিটিলিন গ্যাস নির্গত হয়। ইহা জল সবাইয়া লংগ্রহ করা হয়। বিক্রিয়া :

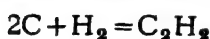


এই গ্যাস বিষাক্ত নয়। ইহাতে হাইড্রোজেন সালফাইড, অ্যামোনিয়া ও কসকিন (H_2S , NH_3 ও PH_3) মিশ্রিত থাকে। উৎপন্ন গ্যাস ত্রিচিং পাউডার পূর্ণ শুভে ও অ্যাসিড মিশ্রিত কপার সালফেট দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া ইহা বিশুদ্ধ করা হয়। কপার সালফেট দ্রবণ H_2S ও NH_3 ত্রিচিং পাউডার পূর্ণ শুভ বা জলে তাসমান ত্রিচিং পাউডার কসকিন (PH_3) অপসারিত করে। এই গ্যাস কসকরাস পেন্টোকসাইডের (P_2O_5) ভিত্তর

দিয়া ঢালাইয়া শুক করা হয়। [বৈদ্যুতিক চুল্লীতে 2500°C — 3000°C তাপে পোড়া চুন (CaO) এবং কোক পোড়াইয়া ক্যালসিয়াম কারবাইড (CaC_2) তৈরী করা হয়।] যথা :

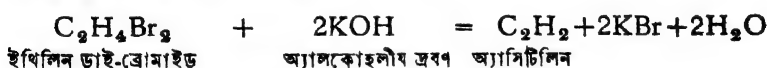


2. সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতি (Synthetic process) : বৈদ্যুতিক চুল্লীতে (2500°C) হাইড্রোজেন গ্যাস ভরিয়া তাহার মধ্যে কার্বন তড়িৎদ্বারের মাধ্যমে বিদ্যুৎ-শিখা সৃষ্টি করিলে অ্যাসিটিলিন তৈরী হয়। কিন্তু এরূপ পদ্ধতিতে উৎপাদনের পৰিমাণ স্বল্প। বিক্রিয়া :



সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে অ্যাসিটিলিন প্রস্তুতি

3. বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন (Pure Acetylene) : কঠিক পটাসেব অ্যালকোহলীয় দ্রবণের সঙ্গে ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$) ফুটাইয়া বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন তৈরী করা যায়। যথা :



অ্যাসিটিলিনের ধর্ম (Properties)

ভৌত ধর্ম (Physical Properties) : (i) বিশুদ্ধ অ্যাসিটিলিন স্ফটিক একটি বর্ণহীন গ্যাস। অবিভক্ত অবস্থায় ফসফিনেব (PH_3) জন্ম ইহাতে পেরাজের গন্ধ পাওয়া যায়। (ii) ইহা জলে বেশ দ্রবণীয়। উচ্চ চাপে অ্যাসিটিলিনকে তরল করা যায়। কিন্তু তরল অ্যাসিটিলিন অত্যন্ত বিস্ফোরক। তাই, ইহা তরল অবস্থায় তরল অ্যামোনিয়া (NH_3) বা সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) গ্যাসের দ্বারা স্থানান্তরিত করা যায় না। 10-12 গুণ বর্ধিত বায়ুচাপে এক আয়তন অ্যাসিটোন নামের জৈব তরলে প্রায় 300 আয়তন অ্যাসিটিলিন গ্যাস দ্রবীভূত করা যায়। চাপমুক্ত হইলে সম্পূর্ণ অ্যাসিটিলিন গ্যাস আবার নির্গত

হইয়া যায়। তাই, অ্যাসিটোনে দ্রবীভূত করিয়া অ্যাসিটিলিন অন্ত্র চালান দেওয়া যায়।

রাসায়নিক ধর্ম (Chemical properties) (i) **বায়ুর ক্রিয়া (Action of air)** : অ্যাসিটিলিন জ্বালিলে বায়ুতে প্রদীপ্ত শিখায় জলিতে থাকে এবং জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গঠন করে। বায়ু ও অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মিশ্রণ বিস্ফোরক। ইহা জলিবার সময় প্রবল উত্তাপ সৃষ্টি করে। বিক্রিয়া :



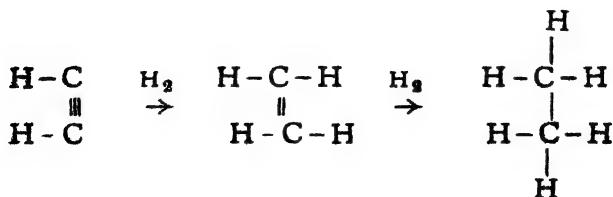
সাধারণ বার্নারে জ্বলিলে অ্যাসিটিলিন শিখা ধূস্র সৃষ্টি কবে। কিন্তু সূচল যুগ বার্নারে শিখা ধূস্রহীন। অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা উজ্জ্বল আলো সৃষ্টি করিয়া প্রায় $3000^\circ C$ তাপাংকে তীব্র প্রভায় প্রজ্জ্বলিত হয়।

(ii) অ্যাসিটিলিন গ্যাসের মধ্যে প্রচণ্ড শব্দ করিলে এই গ্যাস (C_2H_2) মৌলিক পদার্থ কার্বন ও হাইড্রোজেন রূপে ভাঙিয়া যায়। যথা :



(iii) **অ্যাসিটিলিনের সক্রিয়তা (Reactivity of acetylene)** : অ্যাসিটিলিন অণুর কার্বন পরমাণু দুইটি তিন-বন্ধ বা ত্রিবন্ধ দ্বারা পরস্পরে সংযুক্ত হওয়ায় ইহা অসম্পৃক্ত যৌগ। যথা : $CH \equiv CH$, তাই, অ্যাসিটিলিন অত্যন্ত সক্রিয়। অসম্পৃক্ত যৌজ্যতা পূর্ণ করার জন্য অ্যাসিটিলিন সহজেই একযোজী পরমাণুর সহিত যুক্ত হইয়া যুত যৌগ বা অ্যাডিটিভ কম্পাউণ্ড (additive compound) গঠন করে।

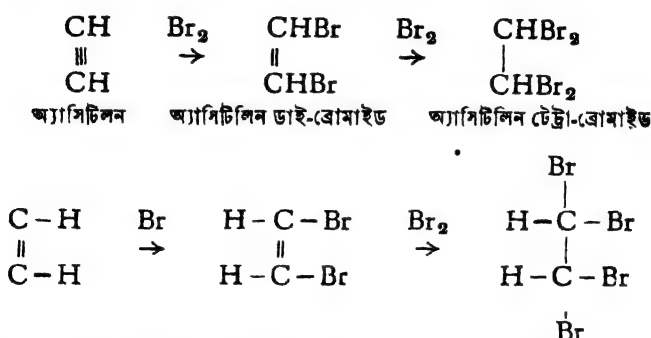
হাইড্রোজেনের ক্রিয়া (Action of hydrogen) : প্র্যাটিনাম বা প্যালাডিয়াম অম্লঘটকের সংস্পর্শে হাইড্রোজেন অ্যাসিটিলিনকে প্রথমে ইথিলিনে এবং পরে ইথেনে পরিণত করে। যথা :



জ্বালাইড যুত-যোগ (Additive compound of acetylene) :

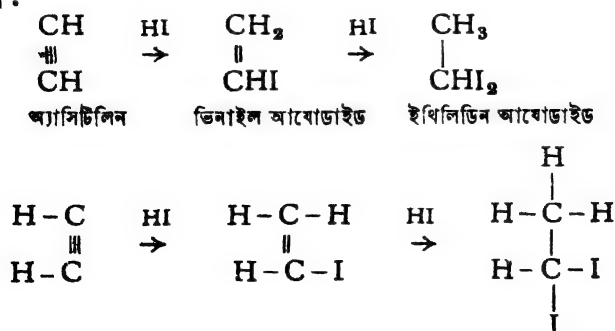
ক্লোরিন ও ব্রোমিন অ্যাসিটিলিনের সঙ্গে যুত-যোগ গঠন করে। ক্লোরিন এত তীব্র বিক্রিয়া ঘটায় যে, 'কাইসেলগুর' নামের একটি সিলিকেট যৌগকে বিক্রিয়ার মাধ্যমরূপে ব্যবহার না করিলে তীব্র বিক্রিয়ায় কার্বন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গঠিত হয়। যথা : $CH \equiv CH + Cl_2 = 2C + 2HCl$

কাইসেলগুরের উপস্থিতিতে বা মধ্যস্থতায় ক্লোরিন এবং ব্রোমিন সাধারণ ভাবে যুত-যোগ বা অ্যাডিটিভ কম্পাউন্ড গঠন করে। যথা :



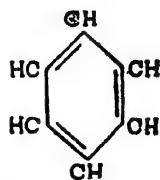
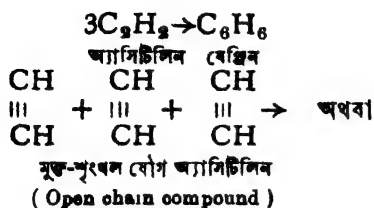
ব্রোমিনের বদলে ক্লোরিনেব বিক্রিয়ায় একই ধরনের যুত-যোগ গঠিত হয়।

হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া : হাইড্রো-আয়োডিক অ্যাসিডেব (HI) সঙ্গে অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) প্রথমে ভিনাইল আয়োডাইড এবং পরে ইথিলিডিন আয়োডাইড গঠন হবে। ইহাও যুত যৌগের উদাহরণ। যথা :



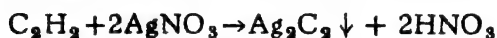
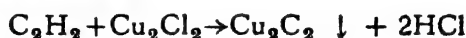
(iv) **অ্যাসিটিলিন হাইড্রে বেজিন গঠন (Polymerisation) :** লাল-তপ্ত নলের ভিতর দিয়া প্রবাহিত হইলে তিনটি অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) অণু

পরস্পরে সম্মিলিত হইয়া সংযুক্তাকার বেঞ্জিন অণু গঠন করে এবং এই মুক্ত-শৃংখল যৌগ (open chain compound) সংযুক্ত যৌগে (cyclic or closed compound) পরিণত হয়। যথা :

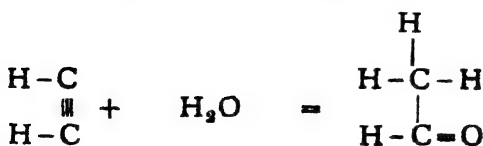
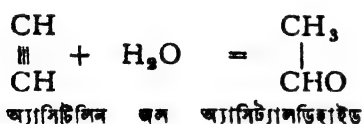


বেঞ্জিন বা বড়তুল সংযুক্তাকার যৌগ
(Closed or cyclic compound)

(v) ধাতব অ্যাসিটাইলাইড (Metallic acetylide) : অ্যামোনিয়া মিশ্রিত সিলভার বা কপারের লবণের (Cu_2Cl_2 বা AgNO_3) দ্রবণের মধ্যে অ্যাসিটিলিন গ্যাস ঢালাইলে পীতভা সিলভার অ্যাসিটাইলাইড বা লাল কপার অ্যাসিটাইলাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



(vi) জলের সঙ্গে বিক্রিয়া ও অ্যালডিহাইড গঠন (Aldehyde from acetylene) : মারকিউরিক সালফেট বা অক্সাইড মিশ্রিত লঘু ও উষ্ণ সালফিউরিক অ্যাসিডের (H_2SO_4) মধ্যে অ্যাসিটিলিন গ্যাস (C_2H_2) ঢালাইলে জলের সংযোগে অ্যাসিটিলিন অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়। যথা :



ব্যবহার (Uses) : (i) অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলিনের মিশ্রণে প্রায় 3500°C তাপাংকের অক্সি-অ্যাসিটিলিন শিখা সৃষ্টি হয়। এই শিখা সমস্ত

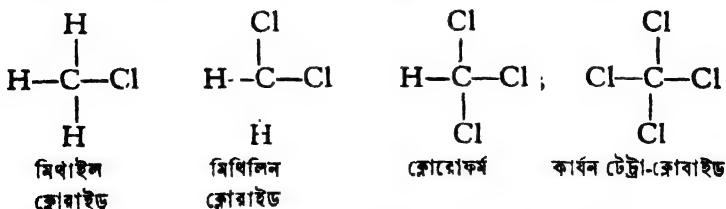
রকম ধাতু বিশেষ করিয়া লোহা ও ইস্পাত গলাইবার, ছিদ্র করিবার ও জোড়া দেওয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়। (ii) প্রদীপ্ত শিখা জ্বলাইবার জন্য, (iii) কৃত্রিম রবার তৈরী করার জন্য, এবং (iv) অ্যাসেটিক অ্যাসিড, অ্যাসিট্যালডিহাইড, অ্যাসিটোন ইত্যাদি জৈব যৌগ প্রস্তুতির জন্য।

হাইড্রো-কার্বনের হ্যালোজেন সংজ্ঞাত যৌগ (Halogen derivatives of hydrocarbons)

[পাঠ্য বিবরের নির্দেশ অনুযায়ী ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম, ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড উদাহরণ শুধু পঠনীয়—ইহাদের প্রস্তুতি বা বিক্রিয়া পঠনীয় নয়।]

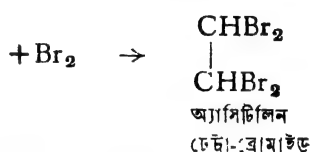
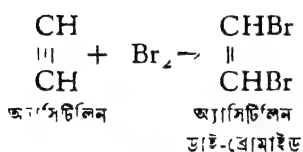
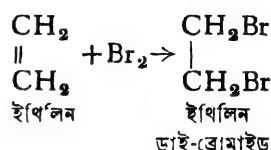
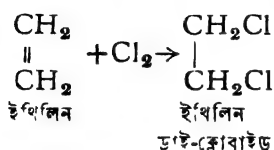
সম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণু হ্যালোজেন তথা ক্লোরিন, ব্রোমিন বা আইয়োডিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া হাইড্রো-কার্বনের বিভিন্ন জ্বলাইড গঠন করা যায়। ইহা পূর্বেই হাইড্রো-কার্বন প্রসঙ্গে আলোচিত হইয়াছে। হ্যালোজেন যৌগের উদাহরণ :

(i) CH_3Cl মিথাইল ক্লোরাইড	CH_3Br মিথাইল ব্রোমাইড	CH_3I মিথাইল আয়োডাইড
(ii) CH_2Cl_2 মিথিলিন ক্লোরাইড	CH_2Br_2 মিথিলিন ব্রোমাইড	CH_2I_2 মিথিলিন আয়োডাইড
(iii) CHCl_3 ক্লোরোফর্ম	CHBr_3 ব্রোমোফর্ম	CHI_3 আয়োডোফর্ম
(vi) CCl_4 কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড	CBr_4 কার্বন টেট্রা-ব্রোমাইড	CI_4 কার্বন টেট্রাআয়োডাইড



উক্তর হাইড্রো-কার্বনের এরূপ জ্বলাইড যৌগ গঠন করা যায়। এই জ্বলাইড যৌগগুলির মধ্যে ক্লোরোফর্ম, আয়োডোফর্ম ও কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড বিশেষ প্রয়োজনীয় জব্য।

অসম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বনকেও হ্যালাইড যৌগে পরিণত করা যায়। কিন্তু একপ হাইড্রো-কার্বনের অসম্পৃক্ততার জন্য হ্যালাইড যৌগ গঠিত হয় যুত-যৌগ গঠনের পদ্ধতিতে (additive), প্রতিস্থাপন পদ্ধতিতে নয়। নীচে অসম্পৃক্ত হাইড্রো-কার্বনের কয়েকটি হ্যালাইড যৌগ দেওয়া হইল। ইহাদের গঠন পূর্বেই আলোচনা করা হইয়াছে।



হ্যালোজেন সঞ্জাত যৌগ বা ডেরিভেটিভস

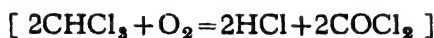
নাম	কর্মলি	অবস্থা	মৃৎনাংক
মিথাইল ক্লোরাইড	CH_3Cl	গ্যাস	-24°C
মিথিলিন ক্লোরাইড	CH_2Cl_2	তবল	40°C
ক্লোরোফর্ম	CHCl_3	তবল	61.5°C
কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড	CCl_4	তবল	76°C
ব্রোমোফর্ম	CHBr_3	তবল	151°C
আয়োডোফর্ম	CHI_3	কঠিন	.

কয়েকটি প্রধান হ্যালোজেন যৌগ

1. মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl): ইহা একটি বর্ণহীন ও স্ফটিক গ্যাসীয় দ্রব্য। মিথেনের সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় ইহা তৈরী করা যায়। ছোট ড্রেট অস্ত্রোপচায়ে স্থানীয় বিবশক (local anaesthetic) রূপে এই গ্যাস ব্যবহৃত করা হয়। ঠিকাকার রূপেও অনেক সময় বেক্রিজাবেটাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

(HCl): মিথেনের (CH_4) তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া পাওয়া যায়

ক্লোরোফর্ম (CHCl_3)। প্যারাফিনের হ্যালোজেন যৌগের মধ্যে ইহাই সবচেয়ে মূল্যবান যৌগ। ক্লোরোফর্ম স্থিতিশীল গন্ধযুক্ত একই বর্ণহীন ভারী তরল। ইহা উষ্মায়ী কিন্তু দহনশীল পদার্থ নয়। ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহল ও ইথারে দ্রবণীয়। ইহা তেল ও চর্বির দ্রাবক। অস্ত্রোপচারের সময় রোগীর জ্ঞান লোপ করিবার জন্য ইহা ব্যাপকভাবে বিবশক রূপে ব্যবহৃত হয়। 1848 খ্রীষ্টাব্দে সিমপ্‌সন (Simpson) নামে এডিনবার্গের এক ডাক্তার ইহার বিবশক গুণ আবিষ্কার করেন। বায়ু ও আলোকের সংস্পর্শে ক্লোরোফর্ম কার্বনিল ক্লোরাইড (COCl_2) বা ক্লোরিন, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ইত্যাদি গ্যাস তৈরী করে। কার্বনিল ক্লোরাইড অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস। বিক্রিয়া :



তাই, ক্লোরোফর্ম 1% অ্যালকোহলের সঙ্গে মিশাইয়া ছোট ছোট লাল রঙের বোতলে পূর্ণভাবে ভরিয়া আলোক ও অক্সিজেনের সংস্পর্শ হইতে দূরে রাখা হয়। একবার কোন বোতল খুলিলে তাহা আর দ্বিতীয় ব্যবহার কবা হয় না।

ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিটোন এবং ব্লিচিং পাউডার একত্র উত্তপ্ত করিয়া ক্লোরোফর্ম বাণিজ্যিক প্রয়োজনে উৎপন্ন কবা হয়। একটি ফ্লাস্কে সিক্ত ব্লিচিং পাউডারের মধ্যে ইথাইল অ্যালকোহল বা অ্যাসিটোন ঢালিয়া অল্প উত্তপ্ত করিলে ক্লোরোফর্ম গঠিত হয় এবং পাতিত হইয়া গ্রাহক পাत्रে সংগৃহীত হয়।

3. আয়োডোফর্ম (CHI_3) : মিথেনের (CH_4) তিনটি হাইড্রোজেন পরমাণু আয়োডিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিয়া পাওয়া যায় আয়োডোফর্ম (CHI_3)। আয়োডোফর্ম হালকা হলুদ বর্ণের স্ফটিকাকার পদার্থ। ইহা একটি বিশেষ তীব্র দুর্গন্ধযুক্ত যৌগ। ইহা জলে অদ্রবণীয় কিন্তু অ্যালকোহলে দ্রবণীয়। ইহা অ্যান্টিসেপ্টিক অর্থাৎ, বীজাণুনাশক ঔষধরূপে ব্যবহার কবা হয়। ক্ষত দাঁধার জন্য ইহা ব্যবহার কবা হয়। ইথাইল অ্যালকোহলের সঙ্গে আয়োডিন ও কষ্টিক সোডার বিক্রিয়ায় আয়োডোফর্ম গঠিত হয়।

4. কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) : মিথেনেব (CH_4) সব কয়টি হাইড্রোজেন পবমাণু ক্লোরিন দ্বাৰা সম্পূর্ণরূপে প্রতিস্থাপিত (substitution) কৰিয়া যে ভাবী তবল পদার্থটি পাওয়া যায় তাহাই কার্বন টেট্রাক্লোরাইড। ইহা বর্ণহীন, অদহনীয় এবং স্ফুটন গন্ধবুন্ধ। তেল ও চৰ্বিৰ দ্রাবক রূপে, অগ্নিনিৰ্বাপক রূপে এবং শুষ্ক পদ্ধতিতে বজ্রাদি ধৌত কৰাব জন্ত ইহা ব্যবহার করা হয়।

এই যৌগগুলিব প্রস্তুতি মিথেনেব অধ্যায়ে বর্ণনা কৰা হইয়াছে।

5. ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$) : ইহা একটি তরল পদার্থ। ইহার স্ফটনাংক 132°C , কার্বন টেট্রাক্লোরাইডে ব্রোমিন দ্রবীভূত কৰিয়া তাহার মধ্যে ইথিলিন গ্যাস ঢালাইলে ইথিলিন ডাই-ব্রোমাইড তৈরী হয়। মোটব গাড়ীৰ এঞ্জিন বক্ষা কৰাব জন্ত ইহা পেট্রলেব সঙ্গে মিশাইয়া ব্যবহার কৰা হয়।

মিথেন, ইথিলিন ও অ্যাসিটিলিনেব ধর্মগত তুলনা (Comparison of properties of Methane, Ethylene and Acetylene)

ধর্মীয় সংকেত	মিথেন (CH_4)	ইথিলিন (C_2H_4)	অ্যাসিটিলিন (C_2H_2)
1. হাইড্রো-কার্বনেব প্রকৃতি ও স্ফুটন	সম্পূর্ণতঃ হাইড্রো- কার্বন $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ | \text{H	অসম্পূর্ণতঃ দ্বিবন্ধ হাইড্রো- কার্বন $\text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H}$	অসম্পূর্ণতঃ ত্রিবন্ধ হাইড্রো- কার্বন $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
2. বর্ণ, গন্ধ, ঘনত্ব ও দ্রাব্যতা	বর্ণহীন, গন্ধহীন গ্যাস, বায়ু চেয়ে হালকা (বাঃ ঘ=8)	বর্ণহীন স্ফুটন গ্যাস, প্রায় বায়ুৰ সমান ওজন (বাঃ ঘ=14)	বিশুদ্ধ গ্যাস বর্ণহীন ও স্ফুটন, অবিশুদ্ধ গ্যাস দুর্বন্ধন। বায়ুৰ চেয়ে স্বল্প হালকা (বাঃ ঘ=18)
	জলে অসম্পূর্ণ দ্রব্য।	জলে সামান্য দ্রব্য।	জলে অনেকাংশে দ্রব্য।

ধর্মীয় সংকেত	মিথেন (CH ₄)	ইথিলিন (C ₂ H ₄)	অ্যাসিটিলিন (C ₂ H ₂)
4. দহনশীলতা	<p>(i) অগ্নিস্পর্শে বায়ুতে নীলাভ শিখার জ্বলে।</p> <p>(ii) দ্বিগুণ আরতন অক্সিজেন মিশ্রণে অগ্নিস্পর্শে বিস্ফোরণ ঘটে।</p> $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	<p>(i) অগ্নিস্পর্শে প্রদীপ্ত শিখার জ্বলে।</p> <p>(ii) তিন আরতন অক্সিজেন মিশ্রণে অগ্নিস্পর্শে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ ঘটে।</p> $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	<p>(i) প্রদীপ্ত ধূম্র-শিখার বায়ুতে জ্বলে।</p> <p>(ii) আড়াই আরতন অক্সিজেন মিশ্রণে বিস্ফোরণ ঘটে।</p> $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
5. সক্রিয়তা	সম্পৃক্ত যৌগ বলিয়া নিষ্ক্রিয়; যুত যৌগ গঠনে অক্ষম; হ্যালোজেন দ্বারা ইহা হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হয়।	অসম্পৃক্ত বলিয়া বিশেষ সক্রিয়, এবং যুতযৌগ (additive compound) গঠনে সক্ষম।	ত্রিবন্ধী অসম্পৃক্ত বলিয়া খুব সক্রিয় এবং যুতযৌগ গঠনে সক্ষম।
6 হাইড্রোজেন সংযোজন	নিষ্ক্রিয় বলিয়া অনুঘটকের সাহায্যেও হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হয় না।	সক্রিয় বলিয়া অনুঘটকের সাহায্যে (Pt, Ni বা Pd) হাইড্রোজেনের সঙ্গে যুক্ত হইয়া ইথেন গঠন করে।	সক্রিয় বলিয়া অনুঘটকের সাহায্যে (Pt, Ni বা Pd) হাইড্রোজেনের সংযোগে পৰস্পর ইথিলিন ও ইথেন গঠন করে।
7 বাদামী বর্ণের ব্রোমিন-জলের বিক্রিয়া	বর্ণ অপরিবর্তিত থাকে।	ইথিলিন ব্রোমাইড নামে বর্ণহীন যুতযৌগ গঠিত হয়।	প্রথমে বর্ণহীন অ্যাসিটিলিন ডাইব্রোমাইড এবং পরে টেট্রাব্রোমাইড যুতযৌগ গঠিত হয়।
		$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_4$ $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_4$
			$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Br}_2 = \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$ $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2 + \text{Br}_2 = \text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$

ধর্মীয় সংকেত	মিথেন (CH_4)	ইথিলিন (C_2H_4)	অ্যাসিটিলিন (C_2H_2)
8. ক্লোরিনের বিক্রিয়া	<p>(i) বিকল্পিত হুবারলোকে পৰপৰ হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত হইয়া চার বন্ধন যোগ গঠন কবে।</p> $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2$ $= \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$ $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}_2$ $= \text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{HCl}$ $\text{CH}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2$ $= \text{CHCl}_3 + \text{HCl}$ $\text{CHCl}_3 + \text{Cl}_2$ $= \text{CCl}_4 + \text{HCl}$ <p>(ii) উজ্জ্বল আলোকে কার্বন ও HCl তৈরী হয়।</p> $\text{CH}_4 + 2\text{Cl}_2$ $= \text{C} + 4\text{HCl}$	<p>(i) যুতযোগ ইথিলিন ডাইক্লোরাইড গঠিত হয়।</p> $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2$ $= \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ <p>(ii) ইথিলিন ও ক্লোরিন মিশ্রণে অগ্নি- স্পর্শে কার্বন ও HCl গঠিত হয়।</p> $\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{Cl}_2$ $= 4\text{HCl} + 2\text{C}$	<p>(i) প্রত্যক্ষ বিক্রিয়ায় জলিয়া ওঠে এবং কার্বন ও HCl গঠিত হয়।</p> $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2$ $= 2\text{HCl} + 2\text{C}$ <p>(ii) অপ্রত্যক্ষ বিক্রিয়ায় যুতযোগ গঠিত হয়।</p> $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2$ $= \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2$ $= \text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$
9. হাইড্রোজেন অ্যাসিটিলিনের বিক্রিয়া	বিক্রিয়াহীন।	যুতযোগ গঠন কবে।	যুতযোগ গঠন কবে।
		$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HBr}$ $= \text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HBr}$ $= \text{C}_2\text{H}_3\text{Br}$ $\text{C}_2\text{H}_3\text{Br} + \text{HBr}$ $= \text{C}_2\text{H}_5\text{Br}_2$
10. ঘন H_2SO_4	বিক্রিয়াহীন।	ইগাইল হাইড্রোজেন সালফেট গঠিত হয়।	গ্যাস শোষিত হয় এবং
		$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ $= \text{C}_2\text{H}_5 - \text{HSO}_4$	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{HSO}_4)_2$ <p>গঠিত হয়।</p>
11. অ্যামোনিয়া- ক্যাল কিউপ্রাস ক্লোরাইড জারণ	বিক্রিয়াহীন।	বিক্রিয়াহীন।	সাল অধঃক্ষেপ পবে।
			$\text{Cu}_2\text{Cl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ $= \text{Cu}_2\text{C}_2 + 2\text{HCl}$
12. অ্যামোনিয়া- ক্যাল সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ	বিক্রিয়াহীন।	বিক্রিয়াহীন।	সাদা অধঃক্ষেপ পড়ে।
			$2\text{AgNO}_3 + \text{C}_2\text{H}_2$ $= \text{Ag}_2\text{C}_2 + 2\text{HNO}_3$
13. লবণ	কার্বন ট্রাইঅক্সাইডে শোষিত হয় না।	ব্রোমিন জল এবং ঘন H_2SO_4 শোষণ কবে।	ব্রোমিন জল, ঘন H_2SO_4 এবং অ্যামোনিয়াক্যাল কিউপ্রাস ক্লোরাইড শোষণ কবে।

Questions to be discussed

1. What is a hydrocarbon ? What do you understand by saturated and unsaturated hydrocarbons ? Give examples and structural formula of each type of hydrocarbon.

2. Describe a method of preparation of methane. What is substitution ? What are the chlorine substitution products of methane ? Give equations. What are the condition of such substitution reaction ?

3. Why ethylene and acetylene are called unsaturated hydrocarbons ? What products are obtained when they are saturated ? Give their structural formula. What is an additive compound ? What are the additive compounds of acetylene ?

4. How is ethylene prepared ? What are the reactions of ethylene with air and bromine ? How would you prepare ethylene ?

5. Describe a method of preparation of acetylene. Can you prepare acetylene synthetically ? Which is more reactive—methane or acetylene ? What are the uses of acetylene ?

6. What are halogen compounds of hydrocarbons ? What are the principles of their formation from saturated and unsaturated hydrocarbons ? Give examples of chlorine derivatives.

7. Write notes on the properties of chloroform, iodoform and carbon tetra-chloride. What are their uses ?

8. What is marsh gas ? What is the gas generated by the bunsen burner when it strikes back ? Give the equations of their preparation and mention their uses.

9. Write short notes on : (i) Unsaturated compound, (ii) Substitution reaction and (iii) Additive reaction. Give examples in each case.

10. Compare the properties of methane, ethylene and acetylene.

11. How would you separate methane from ethylene and acetylene from a mixture of the three gases ?

[Hints :—Use ammoniacal cuprous chloride to remove acetylene, then fuming H_2SO_4 to remove ethylene.]

12. How is acetylene prepared? State two of its uses. Mention two reactions which show that it is a saturated compound. Give equations with structural formula of the compounds. State two other properties of acetylene.

[*H. S. Exam. 1961*]

13. How is ethylene prepared in the laboratory? What is its structural formula? Give structural formulae of the compounds it forms with (a) hydrogen, (b) conc. H_2SO_4 , (c) $KMnO_4$ sol

Give one test by which it may be distinguished from (a) methane (b) acetylene.

14. Write what you know about the following.—

(a) Homologous series, (b) Saturated and unsaturated compounds Illustrate your answer with examples [*H. S. 1963*]

15. Write briefly what you know about—(a) chloroform and (b) iodoform [*H. S. (comp.) 1963*]

16. How is acetylene prepared in the laboratory? Give a sketch of the apparatus. State the properties of the compound. By what reactions would you prove that this is an unsaturated substance? Give equations [*H. S. 1965*]

17. How is ethylene prepared in the laboratory? Give neat sketch. Mention proportion of the reacting substance and temperature of reaction. Give equation with structural formulae. What happens when (a) ethylene mixed with hydrogen is passed over platinum (b) bromine reacts with ethylene. Why is it considered as an unsaturated compound? [*H. S. 1964*]

18. How is methane prepared in the laboratory? How would you prove that it is a compound of hydrogen and carbon? What happens when a mixture of methane and chlorine is kept in diffused sunlight? Give equations and name the compounds formed. What is your conclusion about the nature of methane?

[*H. S. (comp) 1963*]



অ্যালকোহল বা কোহল

পরিচয় : অতি প্রাচীনকালেও অ্যালকোহল তৈরী করার উপায় জানা ছিল। শুষ্ক, ফলের রস, ভাত ইত্যাদি পচাইয়া এবং গাঁজাইয়া অর্থাৎ সন্ধান করিয়া অ্যালকোহল তৈরী করা হইত। সুরা, মদ, বা সাধারণ অ্যালকোহল নামে যে পদার্থটি পবিচিত তাহা ইথাইল অ্যালকোহল।

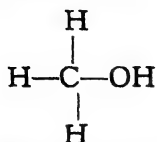
সাধারণ হাইড্রোকার্বনের (CH₄) এক বা একাধিক হাইড্রোজেন (H) পবমাণু হাইড্রোক্সিল মূলক (OH) দ্বারা প্রতিস্থাপিত করিলে যে যৌগটি তৈরী হয় তাহাই **অ্যালকোহল**। হাইড্রোকার্বনের নাম অনুযায়ী এরূপ অ্যালকোহলের নামকরণ করা হয়। যথা :

হাইড্রোকার্বন	ফর্মুলা	অ্যালকোহল
মিথেন—CH ₄	CH ₃ OH	মিথাইল অ্যালকোহল বা মিথানল
ইথেন—C ₂ H ₆	C ₂ H ₅ OH	ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল
প্রোপেন—C ₃ H ₈	C ₃ H ₇ OH	প্রোপাইল অ্যালকোহল বা প্রোপানল

হাইড্রোক্সিল মূলকেব সংখ্যানুযায়ী তিন শ্রেণীৰ অ্যালকোহল গঠিত হয়। একটি হাইড্রোক্সিল মূলক-যুক্ত অ্যালকোহলকে মনো-হাইড্রিক (mono-hydric), দুইটি OH-মূলক যুক্তকে ডাই-হাইড্রিক (di-hydric) এবং তিনটি OH-মূলক যুক্তকে ট্রাই-হাইড্রিক (tri-hydric) অ্যালকোহল বলা হয়। সাধারণভাবে একাধিক মূলকযুক্ত অ্যালকোহলকে পলি-হাইড্রিক (polyhydric) অ্যালকোহল বলা হয়। যথা :

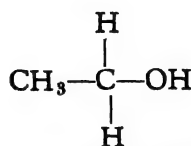
মনো-হাইড্রিক	ডাই-হাইড্রিক	ট্রাই-হাইড্রিক
CH ₃ OH	CH ₂ OH	CH ₂ OH
মিথাইল অ্যালকোহল	|	|
C ₂ H ₅ CH	CH ₂ OH	CHOH
ইথাইল অ্যালকোহল	গ্রাইকল	|
		CH ₂ OH
		গ্লিসারল

অ্যালকোহলের শ্রেণী-ভাগ : যে অ্যালকোহলে ($-\text{CH}_2\text{OH}$) গ্রুপ বর্তমান তাহাকে বলা হয় **প্রাইমারী অ্যালকোহল** (Primary alcohol)।
যথা : মিথাইল অ্যালকোহল CH_3OH এবং ইথাইল অ্যালকোহল $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, বা,



মিথাইল অ্যালকোহল

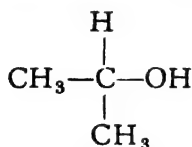
এবং



ইথাইল অ্যালকোহল

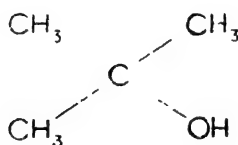
যে অ্যালকোহল ($=\text{CHOH}$) গ্রুপ বর্তমান তাহাকে **সেকেন্ডারী অ্যালকোহল** (Secondary alcohol) বলা হয়। যথা :

আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল : $\text{CH}_3-\text{CHOH}-\text{CH}_3$ বা



যে অ্যালকোহলে ($\equiv\text{COH}$) গ্রুপ বর্তমান তাহাকে **টারশিয়ারী অ্যালকোহল** (Tertiary alcohol) বলা হয়। যথা :

টারশিয়ারী বিউটাইল অ্যালকোহল :



অ্যালকোহলের সাধারণ ধর্ম ও উৎস

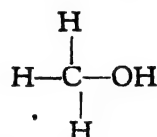
অ্যালকোহল মাত্রেই সর্বহীন প্রশম পদার্থ। অল্প আণবিক ওজনে অ্যালকোহল তরল, স্থিতিশীল, অ্যালকোহল কঠিন পদার্থ। তরল অ্যালকোহলের এক বকরের বিশেষ গন্ধ বর্তমান। ইহা পানি কবিলে গলা জলে। ইহা জলে মোটামুটি দ্রবণীয়। উচ্চ তরল ওজনের অ্যালকোহলের গন্ধ, স্বাদ ও দ্রবণীয়তা হ্রাস পায়।

এখানে তালিকায় অ্যালকোহলের ধর্ম মোটামুটি

ইথাইল, প্রোপাইল, বিউটাইল, এবং অ্যামাইল অ্যালকোহল স্টার্ট জাতীয় পদার্থ সন্ধান বা ফার্মেন্ট করিয়া তৈরী করা হয়। মিথাইল অ্যালকোহল কাঠ পাতন পদ্ধতিতে তৈরী করা যায়। বর্তমানে অনেক অ্যালকোহল সংশ্লেষণী পদ্ধতিতে তৈরী করা হয়।

1 মিথাইল অ্যালকোহল বা মিথানল (Methyl alcohol or Methanol : CH_3OH)

মিথাইল অ্যালকোহলের সংযুক্তি ফর্মুলা
(Structural formula)



কাঠ পাতিত কবিয়া মিথাইল অ্যালকোহল তৈরী করা হয় বলিয়া ইহাকে বাণিজ্যিক ভাষায় উড স্পিরিট বা উড জ্যাপথা (Wood Spirit or Wood Naphtha) বলা হয়।

মিথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতি

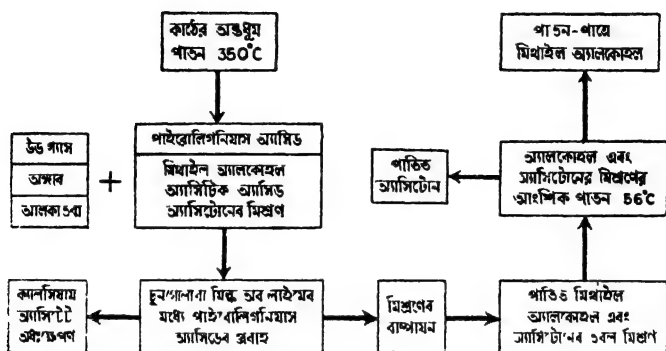
(Preparation of methyl alcohol)

1. কাঠের অন্তর্ভূম পাতন পদ্ধতি (Destructive distillation of wood) : (1) বায়ুরুদ্ধ লোহাব বিটটের মধ্যে খণ্ড খণ্ড কবিয়া কাটিয়া কাঠ ভবা হয়। এই কাঠ অন্তর্ভূম পাতন পদ্ধতিতে 350°C তাপাংকে এবং 30 ঘণ্টা পর্যন্ত পাতিত করা হয় [চিত্র 401 পৃষ্ঠা]। এরূপ পাতনের ফলে 'পাইবোলিগনিয়াস' অ্যাসিড নামে একটি তরল পদার্থ গ্রাহক পাত্রে পাতিত বস্তুরূপে পাওয়া যায়। ইহাতে 2—4 % অংশ মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) থাকে। এরূপ পাতন পন্থায় তবল 'পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড' ছাড়াও 'উড গ্যাস' (wood gas) নামে এক প্রকাব গ্যাস এবং কাঠের আলকাতরা (tar) ও অঙ্কার (charcoal) পাওয়া যায় [401 পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য]।

(11) পাইবোলিগনিয়াস অ্যাসিডে মিথাইল অ্যালকোহলের সঙ্গে প্রায় 10% অ্যালিটিক অ্যাসিড এবং বাকী অংশে জল ও স্বল্প পরিমাণে অ্যালিটোন থাকে। এই পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড প্রথমে বাষ্পায়িত করিয়া তত্ত্ব চুল

গোলার (milk of lime) মধ্যে প্রবাহিত করা হয়। (iii) ইহার ফলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড চূনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট গঠন করে

কাঠ-পাভন পদ্ধতিতে মিথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতি



এবং মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোন জলের সঙ্গে বাষ্পায়িত হয়। এই গ্যাস-মিশ্রণকে শীতল কবিতা তবলে পবিণত কবা হয়। এই তবলে থাকে মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোন মিশ্রণ এবং জল।

অ্যাসিটোনের স্ফটনাংক 56°C , অ্যাসিটোন ও মিথাইল অ্যালকোহলের মিশ্রণ 56°C তাপাংকে আংশিক পাতন (fractional distillation) পদ্ধতিতে পাতিত করিলে পাত্রে পাড়িয়া থাকে মিথাইল অ্যালকোহল ও জল এবং অ্যাসিটোন বাষ্পায়িত হইয়া যায়।

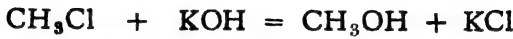
vi) জল ও মিথাইল অ্যালকোহলের মিশ্রণকে পোডাচুন (CaO) দ্বারা বিশুদ্ধ কবিতা 64°C তাপাংকে পাতিত করিলে মিথাইল অ্যালকোহল পাতিত হইয়া গ্রাহক পাত্রে প্রাপ্ত হয়। এইভাবে কাঠ পাতিত কবিতা মিথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুত কবা হয়। একরূপ অ্যালকোহলে 70 % বিশুদ্ধ মিথাইল অ্যালকোহল আছে। ইহা ব্যবহার আংশিক পাতিত করিয়া 98 % বিশুদ্ধ

হল (Pure Methyl Alcohol) : কাঠ-

গন্ধি ভাগ ওজনের মিথাইল অ্যালকোহল

বিশুদ্ধ বা অনার্দ্র হুই ভাগ ওজনের ক্যালসিয়াম ক্লোরাইডের সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া জলগাহেব উপরে উত্তপ্ত করিলে একরকম মিশ্র স্ফটিক তৈরী হয়। যথা : $[CaCl_2 + 4CH_3OH]$ । ইহা পুনরায় উত্তপ্ত করিলে মিথাইল অ্যালকোহল গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই গ্যাস শীতল করিয়া বিশুদ্ধ মিথাইল অ্যালকোহল রূপে সংগ্রহ করা হয়।

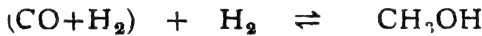
(ii) মিথাইল ক্লোরাইড (Methyl chloride) হইতে : মিথাইল ক্লোরাইড ও কঠিক প্রটাসের বিক্রিয়ায় মিথাইল অ্যালকোহল পাওয়া যায়। যথা :



মিথাইল ক্লোরাইড

ক্ষার মিথাইল অ্যালকোহল

(iii) সংশ্লেষণী পদ্ধতি (Synthetic process) : জিংক ও ক্রোমিয়াম অক্সাইডেব গ্রায় অম্লঘটকের সংস্পর্শে এবং $300-600$ বায়ু-চাপে ও $350^\circ C - 400^\circ C$ তাপাংকে কার্বন মনোক্সাইড ও হাইড্রোজেন অথবা ওয়াটার গ্যাস ও হাইড্রোজেনেব মিশ্রণে বিক্রিয়া ঘটাইয়া মিথাইল অ্যালকোহল তৈরী করা হয়। এইভাবে প্রায় 25% গ্যাস-মিশ্রণকে অ্যালকোহলে পরিণত করা যায়।



ওয়াটার গ্যাস

মিথাইল অ্যালকোহল

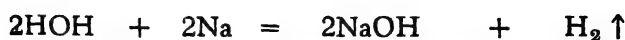
এই পদ্ধতিতে মিথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতিব ব্যয় কম বলিয়া এখন অধিকাংশ মিথাইল অ্যালকোহল একপ সংশ্লেষণী পন্থায় তৈরী করা হয়। *

মিথাইল অ্যালকোহলের ধর্ম (Properties)

ভৌত ধর্ম : (i) মিথাইল অ্যালকোহল একটি বর্ণহীন কিন্তু স্মিট গন্ধ-যুক্ত তবল পদার্থ। (ii) ইহার স্বাদ ঝাঁঝালো এবং ইহা বিষাক্ত। (iii) ইহা জলের চেয়ে হাল্কা এবং ইহার স্ফুটনাং $64^\circ C$, (iv) ইহা জলেব সঙ্গে সকল বকম অনুপাতে মিশ্রিত হয়।

রাসায়নিক ধর্ম : (i) ক্ষারীয় ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of alkali metal) : রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জলের সঙ্গে অ্যালকোহলের অনেকাংশে সাদৃশ্য বর্তমান। তীব্র পজ্জিটিভ ধর্মী সোডিয়াম, পটাসিয়াম ইত্যাদি ধাতু অ্যালকোহলের হাইড্রোকসিল মূলকের একটি হাইড্রোজেন

প্রতিস্থাপিত করে। এক্ষেপ বিক্রিয়া জল ও সোডিয়ামেব বিক্রিয়াব সঙ্গে তুলনীয়। যথা :



জল

সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড



মিথাইল অ্যালকোহল

সোডিয়াম মিথোক্সাইড

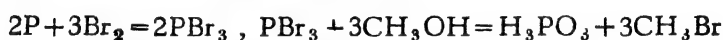
(ii) ক্লোরাইড যৌগ : ফসফরাস ট্রাই- বা পেন্টা-ক্লোরাইডের বিক্রিয়া (Action of phosphorous tri- or penta-chloride) : ফসফরাস ট্রাই বা পেন্টা ক্লোরাইড (PCl_3 বা PCl_5) অ্যালকোহলের হাইড্রোকসিল মূলক (OH) অপসারিত করিয়া অ্যালকিল ক্লোরাইড গঠন করে। [হাইড্রো-কার্বনের মূলক (CH_3-), (C_2H_5-) ইত্যাদিকে অ্যালকিল মূলক বলা হয়।]



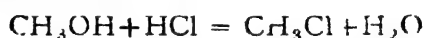
মিথাইল অ্যালকোহল

মিথাইল ক্লোরাইড

লাল ফসফরাস এবং ব্রোমিন বা আইয়োডিন অ্যালকোহলের হাইড্রোকসিল মূলক প্রতিস্থাপিত করিয়া হ্যালাইড গঠন করে।

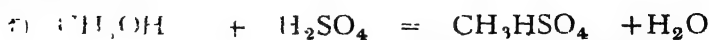


(iii) অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of acids) : মিথাইল অ্যালকোহল হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়ায় মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) ও জল তৈরী করে। যথা :



হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া এবং স্বল্প পরিমাণে অনার্দ্র জিংক ক্লোরাইড মিশাইয়া মিথাইল অ্যালকোহল উত্তপ্ত করিলে পর্যাপ্ত পরিমাণে মিথাইল ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড সহ মিথাইল অ্যালকোহল মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে প্রথমে মিথাইল হাইড্রোজেন সালফেট এবং পরে ডাই-মিথাইল সালফেট গঠিত হয়। যথা :



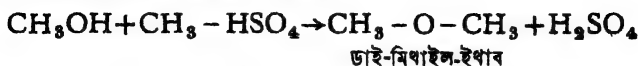
মিথাইল অ্যালকোহল

মিথাইল হাইড্রোজেন সালফেট

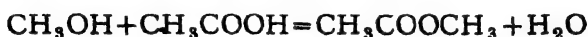


ডাই-মিথাইল সালফেট

- (গ) মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) পরিমাণে অতিরিক্ত হইলে ডাই-মিথাইল ইথার গঠিত হয়। যথা :



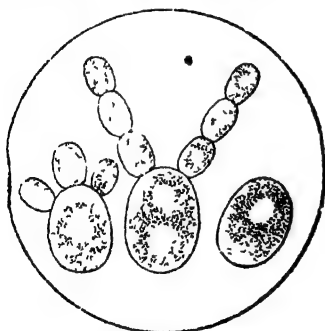
(iv) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of acetic acid) : অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সঙ্গে মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় মিথাইল অ্যাসিটেট ও জল গঠিত হয়। যথা :



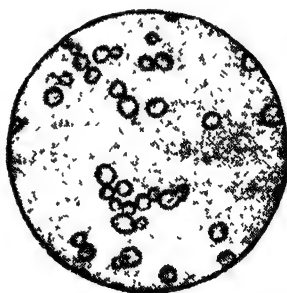
ব্যবহার (Uses) : (i) ফরম্যালডিহাইড তৈরী করার জন্ত, (ii) আংশিকভাবে রঙ ও সুগন্ধী শিল্পে, (iii) ভাণিশ তৈরী করার জন্ত এবং লাক্স ও ক্যান্টার তেলের দ্রাবকরূপে এবং (iv) পেট্রলের সঙ্গে মিশাইয়া পাওয়ার অ্যালকোহল (Power alcohol) রূপে এবং (v) মেথিলেটেড স্পিরিট তৈরী করার জন্ত মিথাইল অ্যালকোহল ব্যবহার করা হয়।

ইথাইল অ্যালকোহল বা ইথানল (Ethyl Alcohol or Ethanol)

ইথাইল অ্যালকোহলই সাধারণ সুবাসব, মত্ত বা অ্যালকোহল নামে পরিচিত। প্রাচীনকালেও ইহার প্রস্তুতি-পন্থা জানা ছিল।



ঈষ্টের বহুস্তন বর্ধিত চিত্র



এনজাইমের বহুস্তন বর্ধিত চিত্র

1. গ্লুকোজ বা ফ্রাকটোজ হইতে সজ্জান ক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতি (Ethyl Alcohol by fermentation of Glucose or Fructose) :

- গ্লুকোজ দ্রবণে 15°C তাপাংকে ঈষ্ট (yeast) বা জাইমেস (Zymase) মিশ্রিত করিলে গ্লুকোজের মধ্যে সজ্জান ক্রিয়া বা ফার্মেন্টেশন শুরু হয় এবং

এরূপ বিক্রিয়ায় ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়।
উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড অজস্র বুদবুদেব আকারে দ্রবণ হইতে নির্গত
হয় এবং ইহাব ফলে দ্রবণে ইথাইল অ্যালকোহল উৎপন্ন হয় বলিয়া এই
পদ্ধতিকে অ্যালকোহলের সন্ধান ক্রিয়া বা ফার্মেন্টেশন অব অ্যালকো-
হল (Alcoholic fermentation) বলা হয়। বিক্রিয়া অম্লরূপ :

ঈষ্ট



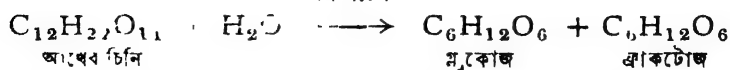
গ্লুকোজ বা জাইমস ইথাইল অ্যালকোহল কার্বন ডাই-অক্সাইড

ঈষ্ট (yeast) এককোষী অতিক্ষুদ্র একপ্রকার উদ্ভিদ। ইহার মধ্যে
অনেকরকম এনজাইম (enzymes) পাওয়া যায় এবং জাইমেস (Zymase)
নামে একপ্রকার জটিল নাইট্রোজেন যৌগ তাহার অগ্রতম। এই নিম্নাণ
রাসায়নিক পদার্থই গ্লুকোজের সন্ধান ক্রিয়া ঘটায়। সুতবাং গ্লুকোজের সন্ধান
ক্রিয়ার জন্য ঈষ্ট ব্যবহার না করিয়া সরাসরি জাইমেসও ব্যবহার করা যায়।

এনজাইমস (Enzymes) : একবকম অতি সূক্ষ্ম রাসায়নিক পদার্থ
পাওয়া যায় যেগুলি সুনির্দিষ্টভাবে বিশেষ ক্রিয়াধর্মী। এরূপ পদার্থকে বলা হয়
এনজাইম। এরূপ শত শত এনজাইমেব সন্ধান পাওয়া গিয়াছে। ঈষ্টের মধ্যে
অনেক এনজাইম বর্তমান : জাইমেস, মলটেস, ইনভারটেস (Zymase,
maltaze, Invertaze etc) ইত্যাদি এরূপ ঈষ্টেব মধ্যে প্রাপ্ত এনজাইমস।

2. আখের চিনি হইতে (From cane sugar) : আখের
চিনির দ্রবণে 'জাইমেস' জাতীয় এনজাইম সন্ধান ক্রিয়া ঘটাইতে পারে না।
এই দ্রবণ 26°C উত্তপ্ত করিয়া চাহাব মন্যে 'ঈষ্ট' মিশ্রিত করা হয়। ঈষ্টে
বর্তমান 'ইনভারটেস' (Invertase) জাতীয় এনজাইম চিনির আর্দ্র বিশ্লেষণ
ঘটায়। এরূপ বিক্রিয়া তাপ-উদ্ভাবক বলিয়া তাপাংক 36°C-এ নিয়ন্ত্রিত রাখা
হয়। এরূপ বিক্রিয়া দুই তিন দিনে সম্পন্ন করা হয়। বিক্রিয়া বহুরূপ :

ইনভারটেস



আখের চিনি

গ্লুকোজ

ফ্রাকটোজ

এই গ্লুকোজ ও ফ্রাকটোজকে পরে জাইমেস জাতীয় এনজাইম অ্যালকো-
হল অর্থাৎ বিদ্রব করিয়া দেয়া যায় :



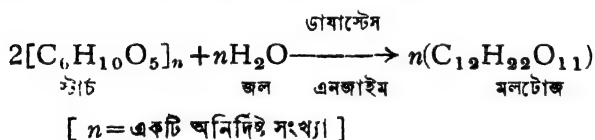
অ্যালকোহল

3. স্টার্চ হইতে ইথাইল অ্যালকোহল প্রস্তুতি (Ethyl alcohol from starch)

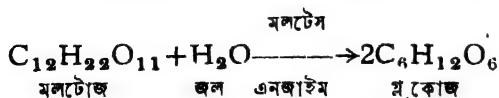
গ্লুকোজ নামী পদার্থ বলিয়া শিল্প পদ্ধতিতে স্টার্চ জাতীয় পদার্থ হইতে ইথাইল অ্যালকোহল তৈরী করা হয়। স্টার্চ কার্বোহাইড্রেট (carbohydrate) জাতীয় জৈব যৌগ এবং ইহার সাধারণ ফর্মুলা অম্লরূপ : $(C_6H_{10}O_5)_n$ । চাউল গম, আলু, বালি, ভুট্টা ইত্যাদির মধ্যে স্টার্চ বর্তমান। প্রথমে অম্লরূপভাবে স্টার্চ হইতে গ্লুকোজ তৈরী করা হয়। যথা :

(i) গম, আলু জাতীয় পদার্থ খণ্ড খণ্ড বা চূর্ণ করিয়া জলের সঙ্গে চাপের প্রভাবে ফুটাইয়া প্রথমে স্টার্চ দ্রবণ তৈরী করা হয়।

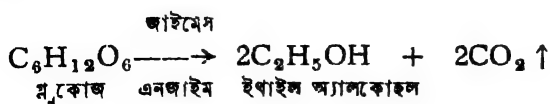
(ii) $50^\circ C$ তাপাংকে স্টার্চ দ্রবণ উত্তপ্ত করিয়া ইহার মধ্যে মল্ট (malt) মিশ্রিত করা হয়। [মল্ট জলে পচানো বালি।] মল্টে বর্তমান 'ডায়াস্টেস' (diastase) নামক এক প্রকার এনজাইম স্টার্চ দ্রবণকে মলটোজে (Maltose) পরিণত করে [মলটোজ সুমিষ্ট পদার্থ এবং চিনিরূপে পরিচিত]। যথা :



(iii) এই মলটোজ ফুটাইয়া ডায়াস্টেস এনজাইমকে নিষ্ক্রিয় করা হয় এবং এই মলটোজ দ্রবণের উষ্ণতা $15^\circ C$ তাপাংকে নামাইয়া ইহাব মধ্যে ইস্ট (yeast) মিশ্রিত করা হয়। এই ইস্টের মধ্যে যে মলটেস্ নামক এনজাইম বর্তমান তাহা মলটোজকে গ্লুকোজে পরিণত কবে। যথা :

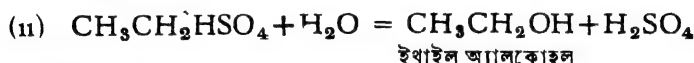
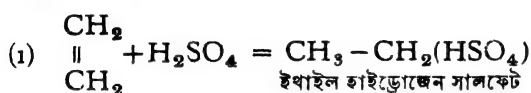


(iv) পরবর্তী পর্যায়ে ইস্টে বর্তমান জাইমেস নামক এনজাইম গ্লুকোজের ফার্মেন্টেশন ক্রিয়া ঘটাইয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও কার্বন ডাই-অকসাইড গঠন কবে। যথা :



এরূপ উপায়ে মাত্র 10% অ্যালকোহল পাওয়া যায়। ইহা আংশিক পাতন পদ্ধতিতে 95.6% অ্যালকোহলে পবিণত করা হয়। এরূপ অ্যালকোহলকে বলা হয় **রেকটিফাইড স্পিরিট** (Rectified spirit) ।

4. **শিল্পায়ত সংশ্লেষণী পদ্ধতি (Commercial synthesis) :**
নিম্ন তাপাংকে ($0^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C}$) ধূমায়মান সালফিউবিক অ্যাসিড ইথিলিন শোষণ করিয়া ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট গঠন করে। অতিবিক্ত গরম জলে ইহা মিশ্রিত করিয়া ফুটাইলে আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে ইথাইল অ্যালকোহল তৈরী হয়। যথা :



রেকটিফাইড স্পিরিট (Rectified spirit) : বাণিজ্যিক ইথাইল অ্যালকোহলকে বেকটিফাইড স্পিরিট বলা হয়। ইহা 95.6% অ্যালকোহল এবং 4.4% জলের মিশ্রণ। এই মিশ্রণের ফুটনাংক 78.15°C তাপাংকে স্থির থাকে বলিয়া আংশিক পাতন পন্থায় এই জল দূর করা সম্ভব নয়। চিকিৎসাব কাজে বেকটিফাইড স্পিরিট ব্যৱহৃত হয়।

অ্যাবসলিউট বা বিশুদ্ধ অ্যালকোহল (Absolute alcohol) :
পোড়া চুন (CaO) সাহায্যে বেকটিফাইড স্পিরিটের জল শোষণ করিয়া পাতিত করিলে যে অ্যালকোহল তৈরী করা হয় তাহাই অ্যাবসলিউট বা বিশুদ্ধ অ্যালকোহল। ইহার মধ্যে 1-1% জল থাকে। সম্পূর্ণ বিশুদ্ধ করার জন্য অ্যালকোহল ক্যালসিয়াম ধাতুর (Ca) সংস্পর্শে রাখিয়া পাতিত করিতে হয়।

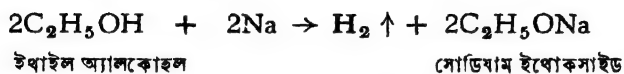
পাওয়ার অ্যালকোহল (Power Alconol) : যে দেশে পেট্রল কম পাওয়া যায় সেখানে অ্যাবসলিউট অ্যালকোহল পেট্রোলের সঙ্গে মিশাইয়া তবল জালানী তৈরী করা হয়। এরূপ তবল জালানীকে **পাওয়ার অ্যালকোহল** বলা হয়।

ইথাইল অ্যালকোহলের ধর্ম (Properties)

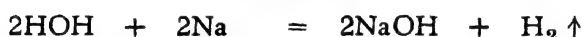
- i. **বর্ণ ও স্বাদ :** ইথাইল অ্যালকোহল একটি উদারী, বর্ণহীন ও নিরপেক্ষ ইহা স্রমিষ্ট গন্ধযুক্ত এবং স্বাদে ঝাঁঝালো
- ii. **হিমাংক** -114°C . (iv) **জলের সঙ্গে**

ইহা সকল অল্পপাতে মিশ্রিত করা যায়। (v) ইহা বিভিন্ন জৈব যৌগ দ্রবীভূত কবিত্তে সক্ষম। (vi) ইহা একটি উত্তেজক পদার্থ।

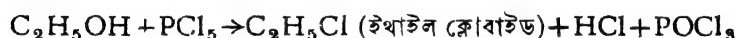
রাসায়নিক ধর্ম : (i) ক্ষারীয় ধাতুর সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of alkali metal) : মিথাইল অ্যালকোহলের ত্রায় ইথাইল অ্যালকোহলের হাইড্রোক্সিল মূলকেব হাইড্রোজেনও সোডিয়াম বা পটাসিয়াম দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। যথা :



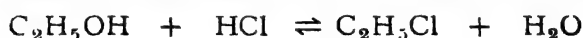
ইহা জলের সঙ্গে সোডিয়ামেব বিক্রিয়াব অনুরূপ :



(ii) ইথাইল ক্লোরাইড গঠন : ফসফরাস পেণ্টা-ক্লোরাইডের বিক্রিয়া (Action of penta-chlorides of phosphorus) : ফসফরাস পেণ্টা-ক্লোরাইডেব (PCl_5 কঠিন) বিক্রিয়ায় ক্লোবিন মূলক (Cl) দ্বাৰা OH মূলক অপসারিত কবিয়া ইথাইল ক্লোবাইড গঠিত হয়। যথা :



(iii) অ্যাসিডের সঙ্গে বিক্রিয়া (Action of acid) : হাইড্রোক্লোবিক অ্যাসিডেব সঙ্গেও ইহা ইথাইল ক্লোবাইড (C_2H_5Cl) গঠন কবে। যথা :



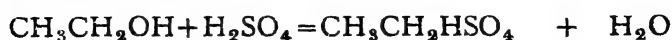
ইথাইল অ্যালকোহল

ইথাইল ক্লোবাইড

বিক্রিয়াটি প্রতিমুখী বলিয়া একপ প্রণালাতে যথেষ্ট ইথাইল ক্লোবাইড তৈরী হয় না। কিন্তু যদি অ্যালকোহলে হাইড্রোক্লোবিক অ্যাসিড গ্যাস দ্রবীভূত কবিয়া কিছু পরিমাণে অনার্দ জিংক ক্লোবাইড ($ZnCl_2$) মিশাইয়া উত্তাপ প্রয়োগ কবা হয় তাহা হইলে পর্যাপ্ত ইথাইল ক্লোবাইড উৎপন্ন হয়।

সালফিউবিক অ্যাসিডেব সঙ্গে বিক্রিয়ায় বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন পদার্থ গঠিত হয়। যথা :

(ক) $100^\circ C$ তাপাংকে সমান আয়তনের সালফিউবিক অ্যাসিড (H_2SO_4) এবং ইথাইল অ্যালকোহল (C_2H_5OH) ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট তৈরী কবে। যথা :



ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট

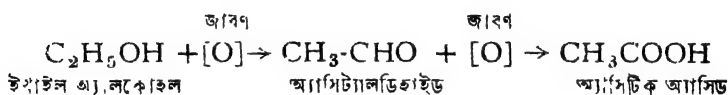
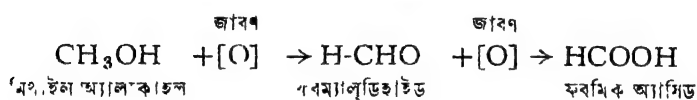
মিথাইল ও ইথাইল অ্যালকোহলের জারণ

(Oxidation of Alcohol)

মিথাইল ও ইথাইল অ্যালকোহলের জারণ বা অক্সিডেশন একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ জৈব বিক্রিয়া। এরূপ বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড (aldehyde) ও অ্যাসিড (acid) জাতীয় দুইটি স্বতন্ত্র শ্রেণীর জৈব যৌগ তৈরী করা যায়। অ্যালকোহল জারণ ক্রিয়ার মাধ্যমে অ্যালডিহাইড ও অ্যাসিড তৈরীর একটি সাধারণ পদ্ধতি। পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা অথবা অক্সঘটকসহ বায়ু বা সাহায্যে অ্যালকোহলের জারণ বা অক্সিডেশন ক্রিয়া সম্পন্ন করা যায়। যথা :

প্রাইমারী অ্যালকোহল → জারণ (O) → অ্যালডিহাইড

→ জারণ (O) → জৈব অ্যাসিড



খনিজ তেল ছাড়া অল্প সমস্ত জৈব তেল ও চর্বিতে, যেমন—নারিকেল তেল, নারগাব তেল, মাখন, অলিভ তেল, তিসি তেল ইত্যাদি মধ্যে গ্লিসারল সংদ্রুত থাকে। গ্লিসারল একটি ট্রাই-হাইড্রিক অ্যালকোহল। ইহা গ্লিসারিন নামেও পরিচিত। গ্লিসারিন গন্ধ ও বর্ণহীন সিবাপেব গ্রায় একটি ঘন তরল। ইহা জলে দ্রবণীয় ও জলাবায়ী এবং সাদে মিষ্টি ও বীজাণুনাশক পদার্থ।

নাইট্রো-গ্লিসারিন, ডিনাইট্রো ইত্যাদি বিস্ফোরক তৈরী করার জন্য গ্লিসারিন বা গ্লিসারল প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। নাইট্রো-গ্লিসারিন প্রথম আবিষ্কার করেন নোবেল পুত্রস্বা দাতা আলফ্রেড নোবেল। গ্লিসারল প্রসাধনী দ্রব্য, টাইপ বাইটাবেব ফিতা, সিগারেট, প্রান্টিক ইত্যাদি প্রস্তুতির জন্য এবং ঔষধ প্রস্তুতির জন্যও ব্যবহৃত হয়।

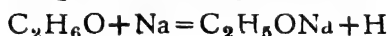
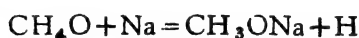
অ্যালকোহলের গঠন

(Structural Formula of Alcohol)

মিথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়া ও গঠন বিশ্লেষণে দেখা যায় :

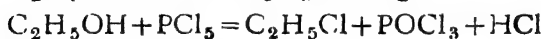
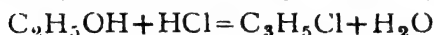
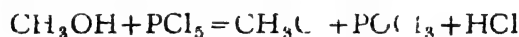
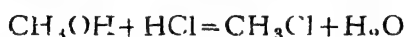
(i) মিথাইল অ্যালকোহলের আণবিক ফর্মুলা (molecular formula) : CH_4O এইং ইথাইল অ্যালকোহলের : $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

(ii) সোডিয়ামের সঙ্গে মিথাইল বা ইথাইল অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলের মোট হাইড্রোজেন পৰমাণুগুলির মধ্যে মাত্র একটি হাইড্রোজেন পৰমাণু প্রতিস্থাপিত হয়। যথা :



ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, অ্যালকোহল অণুর কাঠামোতে একটিমাত্র হাইড্রোজেন পৰমাণু অ্যালকোহল অণুর অন্তর্গত হাইড্রোজেন পৰমাণু হইতে পৃথক্ভাবে অবস্থিত।

(iii) হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বা ফসফরাস পেণ্টাক্সোবাইডের বিক্রিয়ায় অ্যালকোহল হইতে একটি হাইড্রোজেন এবং একটি অক্সিজেন পৰমাণু অপসারিত হয় এবং ইহাদের স্থান দখল কবে মাত্র একটি ক্লোরিন অণু। ইহাতে জানা যায় যে, একটি হাইড্রোজেন ও একটি অক্সিজেন পৰমাণু পরস্পরে জোটবদ্ধ থাকে অর্থাৎ, একটি হাইড্রোক্সিল (OH) মূলক রূপে অ্যালকোহলের কাঠামোতে অবস্থিত থাকে। বিক্রিয়া দুইটি এইরূপ :



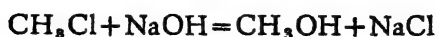
(iv) হাইড্রোকার্বন যৌগগুলি একটি হাইড্রোজেন বর্জন করিয়া অ্যালকিল মূলক (alkyl radical) নামে বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগে যুক্ত থাকে। মিথেনের অ্যালকিল-মূলক CH_3- , ইথেনের অ্যালকিল মূলক C_2H_5- , ইত্যাদি।

যেহেতু মিথেনের সঙ্গে ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় গঠিত হয় মিথাইল

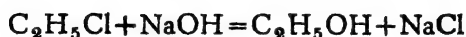
CH_3 মূলকের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়। যথা :



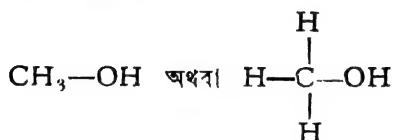
পুনরায়, CH_3Cl ও NaOH তথা মিথাইল ক্লোরাইড ও সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের বিক্রিয়ায় অর্থাৎ সংশ্লেষণী পন্থায় মিথাইল অ্যালকোহল (CH_3OH) তৈরী করা যায়। ইহাতেও মিথাইল মূলক ও হাইড্রোক্সিল মূলকের অস্তিত্ব প্রমাণিত হয়। যথা :



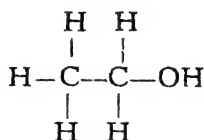
অনুরূপভাবে ইথাইল ক্লোরাইডও ইথাইল অ্যালকোহলে পরিণত হয়। যথা :



(iv) বিভিন্ন পৰীক্ষায় দেখা যায় যে মিথাইল অ্যালকোহলে পাওয়া যায় CH_3 -মূলক এবং OH -মূলক। সুতরাং মিথাইল অ্যালকোহল এরূপ দুই রকম মূলকের সংযোগে গঠিত। ইহাও জানা কথা যে কার্বন পরমাণু চতুষ্ৰেণী। সুতরাং মিথাইল অ্যালকোহলের গঠন কাঠামো তথা আকৃতিক বা সংযুক্তি (structural) ফর্মুলা হইবে :



অনুরূপভাবে ইথাইল অ্যালকোহলে পাওয়া যায় C_2H_5 এবং OH মূলক। সুতরাং ইহাও ফর্মুলা :



Questions to be discussed

1. What compound will be formed if a hydrogen atom of methane is replaced by a hydroxyl radical ? What happens when such compounds are oxidised ?

2. What is methanol ? How is methanol prepared ? What are its uses ?

3. What will be the action of sodium and sulphuric acid on methanol ? Give equations. How is methanol prepared synthetically ?

4. Give reasons to justify the structural formula of methyl alcohol.

5. What is fermentation? How is this process used to prepare ethanol? What are the reactions of KOH, HCl and PCl on ethanol?

6. Write short notes on: Wood spirit, Rectified spirit, Methylated spirit and Absolute alcohol. What are their uses?

7. Starting from ethyl alcohol how would you prepare ethylene, ethylene dibromide, ethyl iodide, ether, methane, acetaldehyde, acetic acid and chloroform? State chemical principles only with simple equations where necessary.

8. What are the products of the reactions of sulphuric acid on ethyl alcohol? Indicate the conditions of each reactions.

9. Describe any method of preparing methyl alcohol. How is it converted into formaldehyde? Give their structural formula. What do you understand by 'methylated spirit' and 'formalin'?

[H. S. Ham 1960]

10. How is ethyl alcohol prepared from glucose? Give its structural formula. How would you prove the presence of a hydroxyl group in it? What happens when ethyl alcohol is oxidised?

[H. S. (comp) 1960]

11. State the characteristic properties of the alcoholic hydroxyl group with reference to the action of (a) sodium, (b) sulphuric acid, (c) acetic acid, (d) oxidising agent.

Give an equation in the case of a typical compound of this group.

[H. S. Ham 1962]

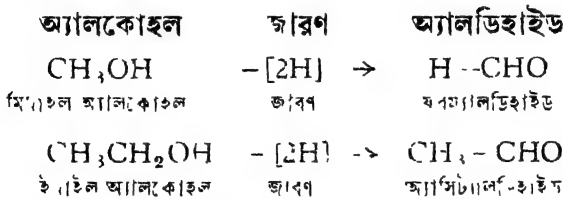
12. Describe the preparation of ethyl alcohol from glucose. Give its structural formula. Describe (with equations) four of its chemical reactions. Mention two of its uses.

[H. S. (comp) 1962]

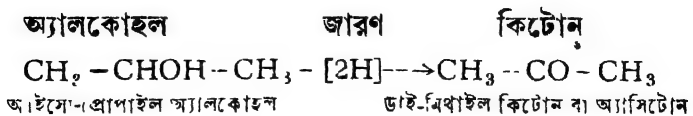


অ্যালডিহাইড ও কিটোন

পরিচয় : যে কোন প্রাইমারী অ্যালকোহলের (Primary alcohol) মুহু জারণ ক্রিয়ায় প্রথম পর্যায়ে যে-বোঁগটি তৈরী হয় তাহাই অ্যালডিহাইড (Aldehyde)। অ্যালডিহাইডের অর্থ হাইড্রোজেন হাবা অ্যালকোহল অর্থাৎ যে অ্যালকোহলের হাইড্রোজেন হরণ করা হইয়াছে। যে অ্যালকোহলে $(-CH_2OH)$ মূলক বর্তমান তাহাই প্রাইমারী অ্যালকোহল। প্রাইমারী অ্যালকোহল হইতে দুইটি হাইড্রোজেন পবমাণু অপসাবিত করিলে অ্যালডিহাইড গঠিত হয়। ইহা অ্যালকোহলের জারণ ক্রিয়া বা অকসিডেশন (oxidation)। কাবণ, হাইড্রোজেন অপসারণের অর্থও জারণ বা অকসিডেশন। যথা :



সেকেন্ডারী অ্যালকোহলের (Secondary alcohol) মুহু জারণের ফলে প্রথম পর্যায়ে কিটোন (Ketone) নামে এক ভিন্ন শ্রেণীর যৌগ গঠিত হয়। যে অ্যালকোহলে $(-CHOH)$ মূলক বর্তমান তাহাই সেকেন্ডারী অ্যালকোহল। কিটোন তৈরী হয় সেকেন্ডারী অ্যালকোহলের হাইড্রোজেন পবমাণু অপসারণের ফলে। যথা :

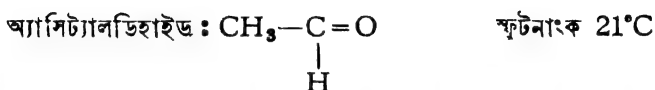
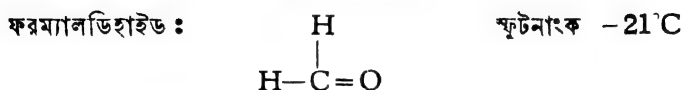


অ্যালডিহাইড মূলক $(-CHO)$ (Aldehyde radical) : হাইড্রো-কাবন মূলকের সঙ্গে যে মূলকটি যুক্ত হওয়ায় ফলে অ্যালডিহাইড গঠিত হয়

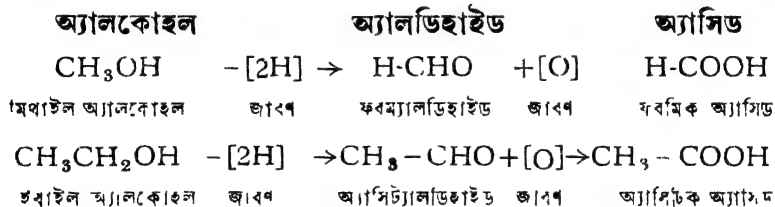
তাহার ফর্মুলা -CHO , এরূপ মূলকের নাম অ্যালডিহাইড মূলক। ইহার যোজ্যতা এক।

কিটোন মূলক (-CO-) (Ketone radical) : যে মূলকটির সংযোগে কিটোন গঠিত হয় তাহার ফর্মুলা : >CO ; ইহাকে কিটোন মূলক বলা হয়। ইহার যোজ্যতা দুই। কয়েকটি অ্যালডিহাইড ও কিটোনের উদাহরণ :

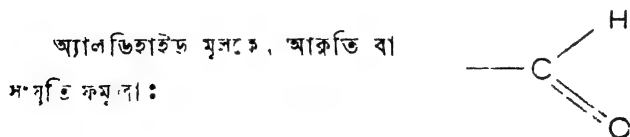
অ্যালডিহাইড



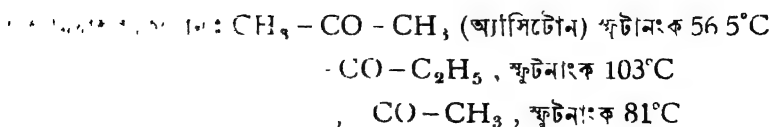
অ্যালডিহাইডকে জাবিত করিলে যে জৈব অ্যাসিড তৈরী হয় সেই অ্যাসিডের নামানুসারে অ্যালডিহাইডের নামকরণ করা হয়। যথা :



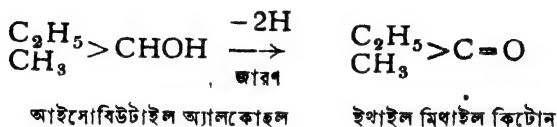
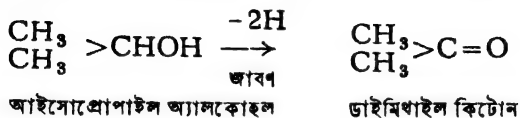
অ্যালডিহাইড গঠনের ফলে প্রাপ্যমান অ্যালকোহলের— CH_2OH মূলকটি অ্যালডিহাইড মূলকে—CHO পরিণত হয়।



কিটোন

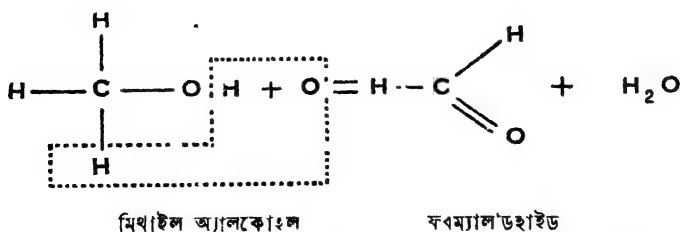


নামকরণ : যে হাইড্রোকার্বন মূলক কার্বনিল মূলকের সঙ্গে যুক্ত থাকে সেই মূলকের নামানুসারে কিটোনের নামকরণ করা হয়। ইথাইল মূলক ($-C_2H_5$) এবং মিথাইল মূলক ($-CH_3$), কার্বনিল মূলকের সঙ্গে যুক্ত হইয়া গঠন করে ইথাইল মিথাইল কিটোন। তথা, ($C_2H_5-CO-CH_3$), কিটোন গ্রুপের আকৃতিক বা সংযুক্তি ফর্মুলা : $>C=O$ । যথা :



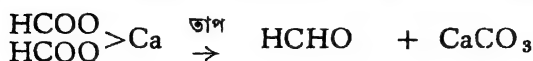
ফরম্যালডিহাইড (Formaldehyde) ($H-CHO$)

প্রস্তুতি (Preparation) : মিথাইল অ্যালকোহলের জারণ
ত্রিমায় (Oxidation of methyl alcohol) :—ফরম্যালডিহাইড সবচেয়ে সবল ও গুরুত্বপূর্ণ অ্যালডিহাইড। $600^\circ C$ তাপাংকে উত্তপ্ত জামাব জালের উপরে অথবা প্লাটিনাম প্রভাবকের সংস্পর্শে বায়ু ও বাষ্পীয় মিথাইল অ্যালকোহলের মিশ্রণ প্রবাহিত করিয়া অর্থাৎ বায়ু অক্সিজেনের সাহায্যে মিথাইল অ্যালকোহলকে জারিত করিয়া ফরম্যালডিহাইড তৈরী করা হয়।
 [চিত্র 474 পৃ দেখ] যথা :



এই ঝাঁঝাল গ্যাসটি ঠাণ্ডা জলের মধ্যে চালনা করিয়া 40% জলীয় দ্রবণ তৈরী করা হয়। ফরম্যালডিহাইডের 40% জলীয় দ্রবণকে ফরম্যালিন (Formalin) বলা হয়।

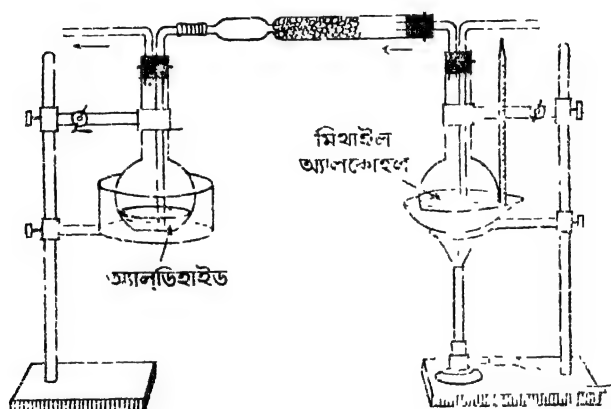
ক্যালসিয়াম ফরমেট উত্তপ্ত করিয়াও ফরম্যালডিহাইড তৈরী করা যায়



Ca - ফরমেট

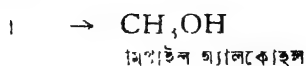
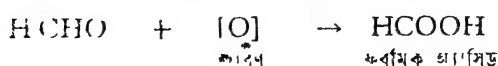
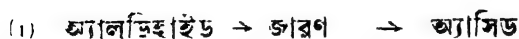
ফরম্যালডিহাইড

ফরম্যালডিহাইডের ধর্ম (Properties) : (i) ফরম্যালডিহাইড তীব্র গন্ধযুক্ত একটি গ্যাস। (ii) ইহা -21°C তাপাংকে তবলে পবিণত হয়। (iii) ইহা জলে বিশেষভাবে দ্রবণীয়। ফরম্যালডিহাইড গ্যাসের 40% জলীয় দ্রবণকে **ফরম্যালিন** (Formalin) বলা হয় এবং এই নামেই ফরম্যালডিহাইড দ্রবণ বাজারে বিক্রয় করা হয়। (iv) ইহা বীজানুশক।



ফরম্যালডিহাইড প্রস্তুতি

(iv) ফরম্যালডিহাইডের জারণ ও বিজারণ দ্রব্য। (Oxidation and reduction of formaldehyde) : ফরম্যালডিহাইডকে যে-কোন জারক দ্রব্যের সাহায্যে জারণ করিয়া ফরমিক অ্যাসিডে এবং সোডিয়াম পাবদ-
- - - - - সাহায্যে বিজারিত করিয়া মিথাইল অ্যালকোহলে পবিণত করা যায়।



(iii) তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়া ফরম্যালডিহাইড অর্ধাংশে মিথাইল অ্যালকোহল এবং অর্ধাংশে ফরমিক অ্যাসিডে পবিণত হয়। একরূপ বিক্রিয়াকে ক্যান্নিজারোবোব বিক্রিয়া (cannizaro's reaction) বলা হয়। যথা :



ব্যবহার (Uses) : ব্যাকেলাইট জাতীয় কৃত্রিম প্রাস্টিক তৈরী করার জন্য প্রধানত ফরম্যালডিহাইড ব্যবহার করা হয়। (ii) বীজাণুনাশক ঔষধরূপে এবং কীটনাশক বিনাশকরূপে, (iii) কোনো কোনো রং ও ঔষধ এবং বিস্ফোরক তৈরী করার জন্য, (iv) চর্মশিল্পে এবং (v) জীব-বিজ্ঞানে অস্থি এবং জীবাশ্ম বক্ষার্থেও ফরম্যালডিহাইড ব্যবহার করা হয়।

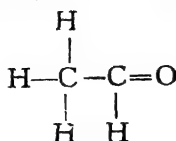
ব্যাকেলাইট (Bakelite) : ব্যাকেলাইট এক মূল্যবান প্রাস্টিক। 1808 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী বীকেল্যাণ্ড প্রথমে একরূপ প্রাস্টিক আবিষ্কার করেন। আলকাতরা হইতে প্রাপ্ত কাবলিক অ্যাসিড বা ফিনলেব ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) সঙ্গে বিশেষ অনুপাতে এবং সংমিশ্রণে ফরম্যালডিহাইডের (HCHO) বিক্রিয়া ঘটাইয়া ব্যাকেলাইট তৈরী করা হয়।

ফিনল + ফরম্যালডিহাইড \rightarrow [অনুঘটক] \rightarrow ব্যাকেলাইট

ব্যাকেলাইট প্রাস্টিকের নাম হইয়াছে আবিষ্কারকের নামানুযায়ী। ব্যাকেলাইট জল দ্রবীভূত হয় না তাপে গলে না এবং অন্ত্যন্ত নিষ্ক্রিয় পদার্থ। ইহা বিদ্যুৎ পরিবহণে অঙ্গম। আমাদের দৈনন্দিন ব্যবহৃত শত শত জিনিস এই ব্যাকেলাইট হইতে তৈরী হইতেছে। দাঁতাদার, গুইচ, প্রাণ, হাতল, খেলনা, বেতাব যন্ত্রের অংশ ইত্যাদি ব্যাকেলাইট দ্বারা প্রস্তুত। ইহা মুংশিল্পে প্রলেপ দেওয়ায় জল এবং বিশেষভাবে বোর্ডিং ইত্যাদি যন্ত্রের 'ইনসুলেটর' তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়।

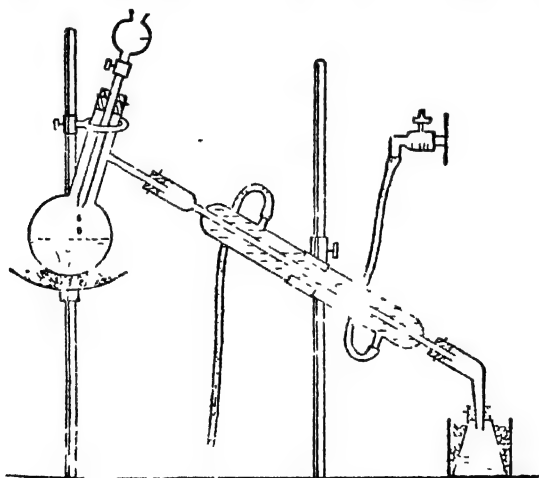
দ্রুতের ক্যাসিন এবং আলকাতরা হইতে প্রাপ্ত বিভিন্ন ধরনের ন্যাপথ্য এক সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া ব্যাকেলাইট ব্যতীত সেলুলয়েড জাতীয় অত্যন্ত প্রাস্টিক পদার্থও তৈরী করা হয়। একরূপ কৃত্রিম প্রাস্টিক এখন নানা কাজে ব্যবহৃত হয়। একরূপ প্রাস্টিকের নাম প্রাসকন, গালালিথ ইত্যাদি।

2. অ্যাসিট্যালডিহাইড (Acetaldehyde— $[\text{CH}_3\text{CHO}]$)



প্রস্তুতি (Preparation) : ইথাইল অ্যালকোহলের জারণ ক্রিয়ায় (Oxidation of ethyl alcohol) : ইথাইল অ্যালকোহলকে পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ও ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) দ্বারা জাভিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈরী করা যায়। $50^\circ C$ তাপাংকে জলগাহে স্থাপিত একটি পাতন ফ্লাস্কে ঘন পটাশিয়াম ডাইক্রোমেটের দ্রবণ লওয়া হয় এবং ইহাব মধ্যে বিন্দুপাতী ফানেল হইতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ইথাইল অ্যালকোহল ও সালফিউরিক অ্যাসিডের মিশ্রণ ফেলা হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈরী হয়।

অ্যাসিট্যালডিহাইড স্বাভাবিক অবস্থায় গ্যাস (B.P. $21^\circ C$)। তাই, ইহার বাষ্প হিম-শীতল জলে ঠাণ্ডা করিয়া তবলাকাবে সংগ্রহ কবিত্তে হয়। ইথাইল অ্যালকোহলের পাতন ফ্লাস্কে গ্যাসীয় অবস্থায় অ্যাসিট্যালডিহাইড উৎপন্ন হয়। পাতন ফ্লাস্কেব সঙ্গে যুক্ত কবা হয় লাইবিগ কণ্ডেন্সার। কণ্ডেন্সার বা হিমাকাবের মধ্যে হিম-শীতল জল প্রবাহিত কবা হয় এবং যে গ্রাহক পাत्रে অ্যাসিট্যালডিহাইড সংগ্রহীত হয় তাহাও ব্যবহৃত দিয়া আচ্ছাদিত কবিয়া শীতল



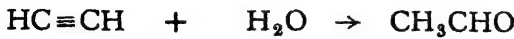
অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুতি

পাওয়া হয়। অ্যালডিহাইড উৎপন্ন হওয়ায় সঙ্গে সঙ্গে পাতন ফ্লাস্ক হইতে উৎপন্ন হওয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড জাভিত হইয়া অ্যাসিডে পরিণত হয়। এই প্রক্রিয়া ঘটে এইভাবে :



১৭ অ্যাসিট্যালডিহাইড

2. অ্যাসিটিলিন ও জলের বিক্রিয়ায় মারকিনিকোভ অক্সাইড বা সালফেট অক্সিডেরূপে ব্যবহার করিয়া লবু ও উষ্ণ H_2SO_4 -এর মধ্যে অ্যাসিটিলিন চালনা করিলে প্রতিটি অ্যাসিটিলিন অণু $100^\circ C$ তাপাংকে এক অণু জলের সঙ্গে সংযুক্ত হইয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডে পরিণত হয়।



অ্যাসিটিলিন

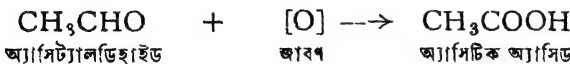
অ্যাসিট্যালডিহাইড

3. ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট হইতে: ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট ও ক্যালসিয়াম ফরমেট মিশ্রণ পাতিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড তৈরী করা যায়।

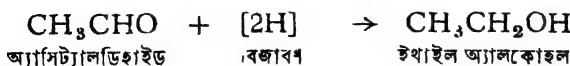


অ্যাসিট্যালডিহাইডের ধর্ম (Properties): (i) অ্যাসিট্যালডিহাইড একটি তীব্র গন্ধবৃদ্ধ বর্ণহীন তরল, (ii) ইহা ব স্ফুটনাংক $21^\circ C$ এবং ইহা জলের চেয়ে লঘু। (iii) ইহা জল, অ্যালকোহল, বৈজ্ঞান ও ইথাইলব সঙ্গে সকল অনুপাতে মিশ্রিত কবা যায়।

(iv) অ্যাসিট্যালডিহাইডের জারণ ক্রিয়া (Oxidation of acetaldehyde): পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ও সালফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত কবিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইডকে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে পরিণত করা যায়। অ্যাসিট্যালডিহাইড ও অ্যাসিটিক অ্যাসিডে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা সমান থাকে।

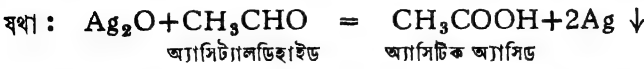


(v) অ্যাসিট্যালডিহাইডের বিজারণ ক্রিয়া (Reduction of acetaldehyde): সোডিয়াম-পারদ-সংকব এবং জল দ্বারা অ্যাসিট্যালডিহাইডকে বিজারিত কবিয়া ইথাইল অ্যালকোহলে পরিণত কবা যায়। যথা:

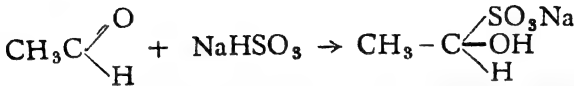


(vi) বিজারক ধর্ম (Reducing property): অ্যালডিহাইড একটি তীব্র বিজারক পদার্থ। তাই, অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যামোনিয়া-মিশ্রিত সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ হইতে সিলভার (Ag) অধঃক্ষেপ করে। এই

বিক্রিয়ায় সাহায্যে কাচের উপর রূপার প্রলেপ দিয়া আয়না তৈরী করা হয়।



(vii) আ্যাসিট্যালডিহাইড NaHSO_3 -এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় যুত-যোগ গঠন করে।



আ্যাসিট্যালডিহাইড বাই সালফাইড

ব্যবহার : আ্যাসিট্যালডিহাইড বড়-শিল্পে মূল উপাদান রূপে ব্যবহার করা হয়। আ্যাসিট্যালডিহাইডের ‘পলিমার’ প্যারা-অ্যালডিহাইড যুমেব ঔষধ। ইহাও অপর একটি পলিমার মেটা-অ্যালডিহাইড স্পিৰিট ল্যাম্পের জালানী রূপে ব্যবহার করা হয়।

R-পলিমারাইজেশন (Polymerisation)

কোনো কোনো জৈব যৌগের মধ্যে অণু সমাবেশের একটি বিশেষ বীতি দেখা যায়। তাপ, চাপ ও অন্তর্ঘটকের সাহায্যে যদি কোনো যৌগের একাধিক অণু পরস্পর সংযুক্ত হওয়া উচ্চতর আণবিক গুণের যৌগ গঠন করে এবং সেই উচ্চতর যৌগে মৌলগুলির পারস্পরিক সংখ্যার অনুপাত যদি অপরিবর্তিত থাকে, তবে সেই প্রক্রিয়াকে বলা হয় **পলিমারাইজেশন**। একই প্রক্রিয়ায় বর্ধিত আণবিক গুণের যে উচ্চতর পদার্থটি গঠিত হয় তাকে বলা হয় **পলিমার (Polymer)**। প্রান্তিক পদাংশগুলি অধিকাংশ ক্ষেত্রেই একই পলিমার।

(i) **পলিথিন (Polythene)** : বর্ধিত বায়ুচাপে এবং $300^\circ - 400^\circ\text{C}$ -এর মধ্যে একাধিক ইথিলিন অণু পরস্পরে সংযুক্ত হওয়া দ্বারা বর্ধিত আণবিক গুণের একটি পদার্থ গঠন করে। এই পদার্থকে বলা হয় **পলিথিন** $(\text{C}_2\text{H}_4)_n$ । ইহা একটি প্রান্তিক এবং বিত্যাং পরিবহণে অক্ষয় বলিয়া গণ্য করা হয়।

এই পলিথিন পলিমার গঠন করিয়া বেঙ্জিনে পরিণত

:

(Paraldehyde) : অ্যালডিহাইড খুব
কোনো আ্যাসিট্যালডিহাইড সালফিউরিক

অ্যাসিডের সংস্পর্শে প্যারা-অ্যালডিহাইড নামের পলিমার গঠন করে। ইহার ফর্মুলা $(CH_3CHO)_3$; ইহা জলে প্রায় অদ্রবণীয় এবং স্থিতিশীল গন্ধযুক্ত। ইহাব গন্ধে দেহ অবশ্য হইয়া যায় এবং ঘুম আসে।

লঘু সালফিউবিক অ্যাসিড (H_2SO_4) নিম্নতাপে মেটা-অ্যালডিহাইড (CH_3CHO) গঠন করে। ইহা আকারে স্ফটিকেব মত।

ফরম্যালডিহাইডও বিশেষ অবস্থায় প্যাবাফরম্যালডিহাইড $(HCHO)_n$ ও মেটাকবম্যালডিহাইড $(HCHO)_3$ গঠন করে।

কিটোনঃ অ্যাসিটোন

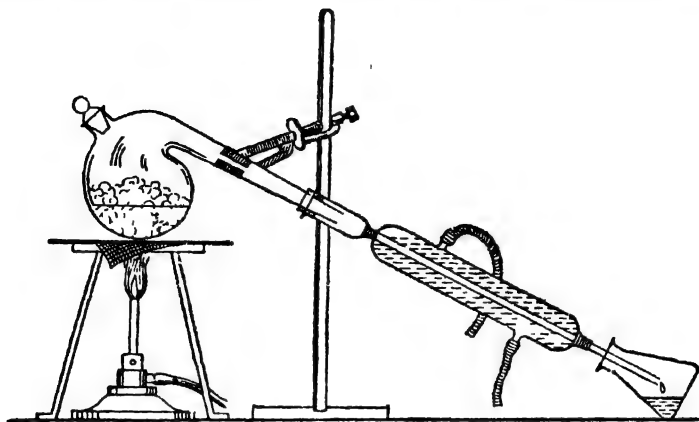
[Acetone $CH_3 - CO - CH_3$]

অ্যাসিটোন বা ডাইমিথাইল কিটোন সবচেয়ে সৰল এবং সৰ্বপ্রধান কিটোন। প্রাণিব রক্ত ও মূত্রে কিকিং পৰিমাণে কিটোন পাওয়া যায়। অ্যাসিটোন : $CH_3 - CO - CH_3$;

প্রস্তুতি (Preparation) : (i) কাঠ-পাতন পন্থায় (Wood distillation process) : কাঠের অশুভ্রূম পাতনেব ফলে গ্যাস ও অলকাভোয়া সঙ্গে 10% অ্যাসিটিক অ্যাসিড, 2-4% মিথাইল অ্যালকোহল ও অল্প অ্যাসিটোন এবং জল উদ্বায়ী পদার্থরূপে কাঠ হইতে পাওয়া যায়। অ্যাসিটিক অ্যাসিড, মিথাইল অ্যালকোহল ও অ্যাসিটোনেব মিশ্রণকে প্রথমে তপ্ত চুন-গোলা $[Ca(OH)_2 - \text{milk of lime}]$ সঙ্গে মিশ্রিত কবিয়া বিক্রিয়া ঘটানো হয়। এরূপ বিক্রিয়ায় অ্যাসিটিক অ্যাসিড কঠিন ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট রূপে পৰিণত হয়। ইহার পবে $65^\circ C$ তাপাংকে মিথাইল অ্যালকোহল (ফুটনাংক $65.5^\circ C$) ও অ্যাসিটোন মিশ্রণকে (ফুটনাংক $56.5^\circ C$) আংশিক পাতিত (fractional distillation) কবিয়া অ্যাসিটোন গ্রাহক পাত্রে সংগ্রহ কবা হয় এবং পাতন পাত্রে অবশিষ্ট থাকে অ্যালকোহল।

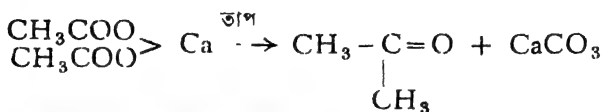
(ii) ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট হইতে (From calcium acetate) : কাঠ-পাতন পন্থায় প্রাপ্ত অ্যাসিটিক অ্যাসিড এবং চুন-গোলা বিক্রিয়ায় যে ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট $(CH_3COO)_2Ca$ তৈরী হয় তাহাই বসায়নাগারে অ্যাসিটোন তৈরী কবাব জন্ত ব্যবহার কবা হয়। একটি কাচের লিট্টে অনার্দ্র ও বিশুদ্ধ ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট ভবিয়া তাব-জালেব উপর রাখিয়া

উত্তপ্ত কবিলে রিটর্ট হইতে বাষ্পাকারে অ্যাসিটোন নির্গত হয়। এই

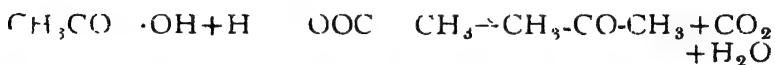


ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট উত্তপ্ত করিয়া অ্যাসিটোন প্রস্তুতি

অ্যাসিটোন লার্জবিগ, কণ্ডেন্সাবেব সাহায্যে ঘনীভূত করিয়া গ্রাহক পাতে সংগ্রহ করা হয়।



(iii) অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে (From acetic acid) : 400°C তাপাংকে অ্যালুমিনা (Al_2O_3) উপবে অ্যাসিটিক অ্যাসিড বাষ্প ঢালাইয়া অ্যাসিটোন তৈরী করা যায়। এরূপ পদ্ধতি প্রচুর পরিমাণে অ্যাসিটোন পাওয়া যায়। বিক্রিয়া ঘটে অত্যাধিক ভাবে :



অ্যাসিটিক অ্যাসিড

অ্যাসিটিক অ্যাসিড

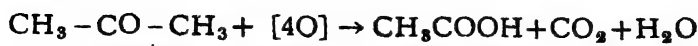
অ্যাসিটোন

সাধারণ ধর্ম :- (i) অ্যাসিটোন একটি বর্ণহীন তরল। (ii) ইহা বর্ণহীন গন্ধযুক্ত (iii) ইহা বর্ণহীন স্বাদযুক্ত। (iv) ইহা জলে এবং অগ্নিগ্রাহক অনেক জৈব তরলে দ্রবীভূত হয়।

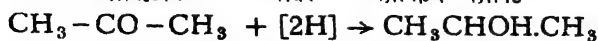
রূপ ও বিজারণ (Oxidation and reduction)

অ্যাসিটোনও জারিত হইয়া অ্যাসিটিক

অ্যাসিড এবং বিজারিত হইয়া আইসোপ্রোপাইল অ্যালকোহল তৈরী করে।
যথা :

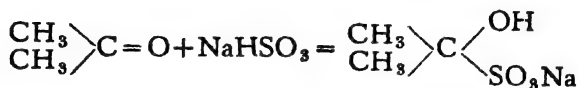


অ্যাসিটোন জারণ অ্যাসিটিক অ্যাসিড



অ্যাসিটোন বিজারণ আইসো প্রোপাইল অ্যালকোহল

(vi) NaHSO_3 যৌগের সঙ্গে অ্যাসিটোন যুত যৌগ গঠন করে।

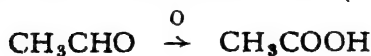


অ্যাসিটোন বাই সালফাইট

অ্যাসিটোনের ব্যবহার (Uses) : অ্যাসিটোন (i) নাইট্রোসেলুলুজ ও সেলুলয়েডের দ্রাবকরূপে, (ii) ক্লোবোফর্ম তৈরী করার জন্য, (iii) কৃত্রিম সুগন্ধ আইয়োনোন এবং সালফানল প্রস্তুত করার জন্য, (iv) অ্যাসিটিলিনের দ্রাবক রূপে এবং (v) ধূমপানী পাউডার, সেলুলয়েড, পেইন্ট ও ভার্ণিশ শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

অ্যালডিহাইড ও কিটোনের পার্থক্য

1. কিটোন অ্যালডিহাইডের ত্রায় অ্যামোনিয়া মিশ্রিত সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ হইতে সিলভার অধঃক্ষেপ কবিত্তে পারে না।
2. কিটোন অ্যালডিহাইডের ত্রায় পলিমাৰ গঠনে অক্ষম।
3. অ্যালডিহাইড বিজারিত হইয়া প্রাইমারী অ্যালকোহলে পরিণত হয় কিন্তু কিটোন সেকেন্ডারী অ্যালকোহলে পরিণত হয়।
4. অ্যালডিহাইডের ত্রায় কিটোন অতি সহজে জারিত হইয়া অ্যাসিড গঠন কবিত্তে পারে না।
5. মূল অ্যালডিহাইডে এবং অ্যালডিহাইডের জারণে উৎপন্ন অ্যাসিডে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা একই থাকে। কিন্তু মূল কিটোন হইতে জারিত করিয়া যে অ্যাসিড পাওয়া যায় তাহাতে কার্বন পরমাণু সংখ্যা হ্রাস পায়।



6. অ্যালডিহাইড বিরঞ্জিত মেজেন্টার রঙ পুনরুদ্ধার করিতে পারে ; কিন্তু অ্যাসিটোন তাহা পারে না।

Questions to be discussed

1. What are the radicals which characterise an organic compound as aldehyde and ketone? Why does the same oxidation process of an alcohol lead to the formation of two types of compounds—ketone and aldehyde?

2. How is formaldehyde prepared? What happens when formaldehyde is—(i) oxidised and (ii) reduced? What are its uses? What is formalin?

3. What is the process of preparing acetaldehyde? What is polymerisation? What are the uses of acetaldehyde?

4. How is acetone prepared? Can you prepare it from acetic acid also? What are the oxidation and reduction productions of acetone?

5. Write short notes on . bakelite, formalin, plastics and paraldehyde

6. What are the oxidation and reduction products of acetone? State the general properties and uses?

7. State the general principles of preparation of aldehydes and ketone. How does an aldehyde differ from a ketone?

8. How is formaldehyde prepared? Give a neat labelled sketch of the apparatus. What happens when acetaldehyde is (a) oxidized, and (b) reduced?

What are formalin and bakelite? State their uses.

[H. S. (comp) 1963]

9. How is methyl alcohol converted to formaldehyde? Give its structural formula. What is formalin? [H. S. 1960]

10. How acetone is prepared from the products of the destructive distillation of wood. What happens when acetone is oxidised or reduced? Give equations with structural formulae of the compound.

H. S. 1964 (comp)

11. How would you prepare (a) formaldehyde (b) Acetone? Give their names and structural formulae. [H. S. 1965]

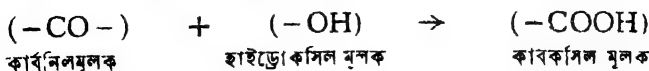
পরিচয় : জৈব অ্যাসিডের এক বিশেষ শ্রেণীকে বলা হয় **ফ্যাটি অ্যাসিড** (Fatty acid) বা **স্নেহাস্ত অ্যাসিড**। ফবমিক অ্যাসিড, অ্যাসেটিক অ্যাসিড, পামিটিক অ্যাসিড, ষ্টিয়ারিক অ্যাসিড—একপ অ্যাসিডগুলিকে ফ্যাটি বা স্নেহাস্ত অ্যাসিড বলা হয়। কাবণ, সমস্ত বকম জৈব চর্বি বা স্নেহ-পদার্থ ও তেলে গ্লিসারিনেব সঙ্গে সংযুক্ত অবস্থায় একপ অ্যাসিড পাওয়া যায়। একপ শ্রেণীৰ প্রাথমিক অ্যাসিডগুলি তবল কিন্তু উচ্চতব আণবিক ওজনের অ্যাসিডগুলি মোম বা ঘন স্নেহ পদার্থেব হ্যায় তৈলাক্ত। ফ্যাটি অ্যাসিড শ্রেণীভুক্ত অনেক অ্যাসিড স্নেহজাতীয় পদার্থেব সমধর্মী। যে জৈব পদার্থ হইতে প্রথম এই সমস্ত অ্যাসিড সংগ্রহ কবা হয় সেই সমস্ত জৈব বস্তুব নামান্তরাবে অ্যাসিডেব নামকবণও কবা হয়। ফরমিক, অথাৎ পিপীলিকা হইতে প্রথম যে-অ্যাসিড তৈবী কবা হয় তাহাব নাম দেওয়া হয় ফরমিক অ্যাসিড। সেইরূপ অ্যাসিটাস তথা ভিনিগাব হইতে উৎপন্ন অ্যাসিডকে অ্যাসিটিক অ্যাসিড, 'বিউটিরাস তথা 'বাটার' বা মাখন হইতে উৎপন্ন অ্যাসিডকে বিউটাইরিক অ্যাসিড নাম দেওয়া হয়।

জৈব অ্যাসিডের রাসায়নিক নামকরণ (Nomenclature) : ফ্যাটি বা স্নেহাস্ত অ্যাসিড 'অপেন চেইন' তথা মুক্ত-শৃঙ্খল হাইড্রোকাবেব অ্যাসিড। ইহাদেব ক্ষাব-গ্রাহীতা বা বেসিসিটি এক। তাই ইহাদেব অনোবেসিক অ্যাসিড বলা হয়।

আলডিহাইড মূলকেব ($-CHO$) সঙ্গে একটি অক্সিজেন পবমাণু যুক্ত হিয়া যে যৌগটি গঠিত হয় তাহাই কার্বকসিলিক অ্যাসিড। যথা :



এই অ্যাসিড মূলক, ($COOH$) কার্বনিল ($-CO-$) মূলক এবং হাইড্রোকসিল ($-OH$) মূলকের সংযোগে গঠিত। তাই, ইহাকে কার্বকসিল লক (Carboxyl radical) বলা হয়।

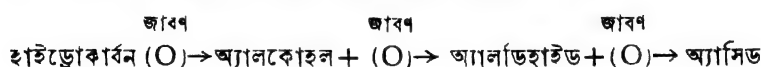


কার্বক্সিল ($-\text{COOH}$) মূলকের যোজ্যতা এক। তাই, যে অ্যাসিডে একটি কার্বক্সিল মূলক থাকে তাকে মনোবেসিক বলে। যার মধ্যে দুইটি কার্বক্সিল মূলক থাকে তাকে ডাইবেসিক এবং একাধিক কার্বক্সিল মূলক যুক্ত অ্যাসিডকে পলিবেসিক অ্যাসিড বলা হয়। ফ্যাটি অ্যাসিডে একটি কার্বক্সিল (COOH) মূলক থাকে বলিয়া ইহাদের মনোবেসিক অ্যাসিড বলা হয়।

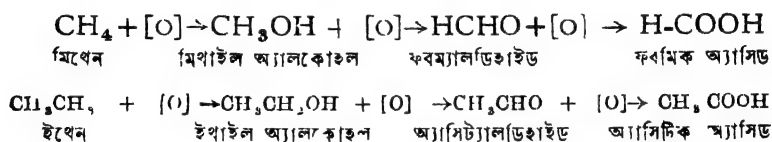
ফ্যাটি অ্যাসিড তৈরীর সাধারণ নিয়ম

(General principle of preparation of fatty acids)

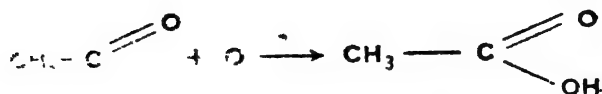
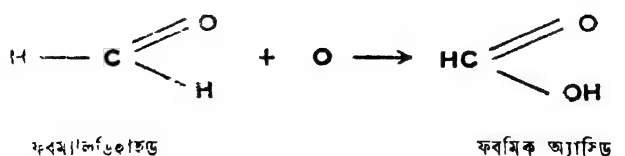
হাইড্রোকার্বন (প্যার্যাফিনকে) জাবিত অর্থাৎ অক্সিডাইজ্ কবিলে অ্যালকোহল, অ্যালকোহলকে জাবিত কবিলে অ্যালডিহাইড এবং অ্যালডিহাইডকে জাবিত কবিলে তাহা অ্যাসিডে পরিণত হয়। এরূপ জারণ পদ্ধতিই ফ্যাটি বা স্নেহক অ্যাসিড তৈরী করার সাধারণ পদ্ধতি। যথা :



ফরমিক অ্যাসিড ও অ্যাসিটিক অ্যাসিড ফ্যাটি অ্যাসিডের মধ্যে আদি এবং প্রধান অ্যাসিড। এই অ্যাসিড দুইটি তৈরী করা যায় :



সংযুক্তি বা আকৃতিক (structural) ফর্মুলা অনুযায়ী এই জারণ বিক্রিয়া লেখা যায় এই ভাবে :

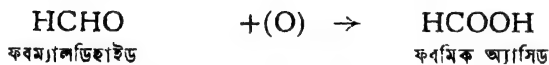
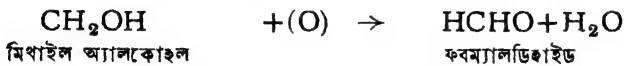


1. ফর্মিক অ্যাসিড

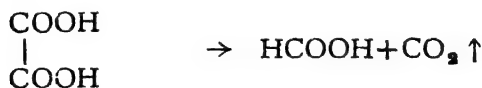
Formic acid—[HCOOH]

লাল পিঁপড়া, মোমাছি ও বোলতার ছলে ফর্মিক অ্যাসিড থাকে। ইহারা ছল ফুটাইবার সময় ফর্মিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেয়। জলের সঙ্গে পিঁপড়া পাতিত করিয়া সতর শতাব্দীতে প্রথম ফর্মিক অ্যাসিড তৈরী করা হয়।

প্রস্তুতি : (1). অ্যালকোহল বা অ্যালডিহাইডের জারণ (Oxidation of alcohol or aldehyde) : প্রাটিনাম ব্লাক অক্সিডের সংস্পর্শে সায়ুর অক্সিজেন দ্বারা মিথাইল অ্যালকোহল বা ফর্ম্যালডিহাইডকে জারিত করিয়া ফর্মিক অ্যাসিড তৈরী করা যায়। যথা :

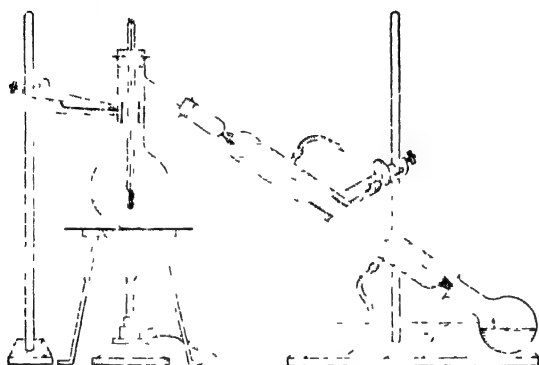


2 অক্সেলিক অ্যাসিড হইতে (From oxalic acid) : অক্সেলিক অ্যাসিড একটি ডাইবেসিক অ্যাসিড ($\text{COOH}-\text{COOH}$), অক্সেলিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করিলে ইহা ভাঙিয়া ফর্মিক অ্যাসিড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরী হয়। কিন্তু একপ প্রক্রিয়ায় উৎপাদনের পরিমাণ কম। অক্সেলিক অ্যাসিডের সঙ্গে গ্লিসারিন মিশাইয়া যদি 110°C তাপাংকে উত্তপ্ত করা হয় তাহা হইলে গ্লিসারিন অক্সিডের স্থায় ব্যবহার কবে এবং ফর্মিক অ্যাসিডের উৎপাদনের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। বিক্রিয়াটি ঘটে এইভাবে :



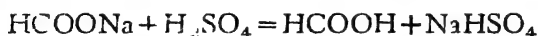
পরীক্ষা (Experiment) : বসায়নাগাবে ফর্মিক অ্যাসিড তৈরী করার জন্য একটি ফ্লাস্কে সম ওজনবৎ অক্সেলিক অ্যাসিড ও গ্লিসারিন লওয়া হয়। ফ্লাস্কেব মুখে কর্কের মধ্যে একটি থার্মোমিটার ফিট করা থাকে। থার্মোমিটারের পান-নল অ্যাসিড-গ্লিসারিন মিশ্রণে ডুবাইয়া রাখা হয়। ফ্লাস্কের সঙ্গে সংযুক্ত থাকে একটি লাইবিগ কন্ডেন্সার এবং কন্ডেন্সারের অপব প্রান্তে বসানো থাকে একটি গ্রাহক পাত্র। ফ্লাস্কটি ধারকের সাহায্যে বুনসেন বার্নারে বসাইয়া 110°C

তাপাংক পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। উষ্ণতা বাড়িলে বার্নার সবাইয়া বাধিতে হয়। উষ্ণতা কমিলে আবার অক্জেলিক-অ্যাসিড গ্লিসারিন মিশ্রণ ফ্লাস্কে ঢালা হয়। গ্রাহক পাत्रে সংগৃহীত হয় ফরমিক অ্যাসিড দ্রবণ।

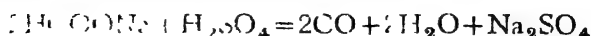


ফরমিক অ্যাসিড প্রস্তুতি

3. সংশ্লেষণী পদ্ধতি (Synthetic method) : বৃহদায়তন শিল্প-পদ্ধতিতে প্রডিউসার গ্যাস হইতে প্রাপ্ত কার্বন মনোক্সাইড বহিত চাপে এবং 210°C তাপাংকে বস্তিক সোডা দ্রবণের মধ্যে চালানো হয়। কার্বন মনোক্সাইড ও বস্তিক সোডা (CO ও NaOH) সংযুক্ত হইয়া সোডিয়াম ফরমেট (HCOONa) গঠিত হয়। শীতল ও লঘু সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) সোডিয়াম ফরমেট হইতে ফরমিক অ্যাসিড নিম্নরূপে পরিষ্কার হয়। বিক্রিয়া দুইটি ঘটে এই ভাবে—



একপ বিক্রিয়ার ফলে প্রাপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডের ঘনত্ব সম্বন্ধে সতর্ক হওয়া প্রয়োজন। কারণ, ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) সোডিয়াম ফরমেটকে কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত করে। যথা,

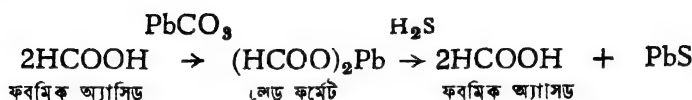


Dehydrated Formic acid) : ঘন

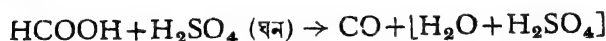
কার্বন ফরমিক অ্যাসিডের জল নিষ্কাশিত

প্রণালীতেও ফরমিক অ্যাসিড হইতে জল

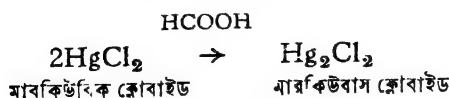
অপসারিত কবা সম্ভব নয়। কারণ, ফরমিক অ্যাসিড ও জলের মিশ্রণ 107°C তাপাংকে স্থিরভাবে একই তাপাংকে দাঁড়াইয়া ফুটিতে থাকে। তাই, ফরমিক অ্যাসিডকে প্রথমে লেড ফরমেট যৌগে পরিণত করা হয় এবং লেড ফরমেটের উপবে হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) ঢালাইয়া অনার্দ্র ফরমিক অ্যাসিড তৈরী কবা হয়। বিশুদ্ধ ফরমিক অ্যাসিড পাতিত কবিলে অবশিষ্ট H_2S দূবীভূত হয়। যথা :



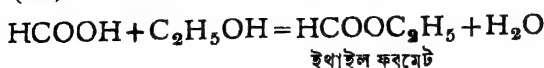
সাধারণ ধর্ম (Common properties) : (i) ফরমিক অ্যাসিড তীত্র গন্ধযুক্ত একটি বর্ণহীন তবল। (ii) ইহার স্ফুটনাঙ্ক 100.5°C। (iii) ইহা জল, অ্যালকোহল ও ইথাবে সর্ব অন্ত্রপাতে দ্রবণীয়। ইহা দেহেব চামড়াব ক্ষত সৃষ্টি কবে। (v) ফরমিক অ্যাসিড সমস্ত ফ্যাটি বা স্নেহাক্ত অ্যাসিডেব মণ্যে তীত্রতম অ্যাসিড। ইহাব সংস্পর্শে নীল লিটমাস লাল হয়। ইহা কার্বনেট লবণ হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) নির্গত কবে, এবং কোনো কোনো ধাতব অক্সাইড দ্রবীভূত কবে। কোনো কোনো ধাতব ফরমেট জলে দ্রবণীয়। (vi) ফরমিক অ্যাসিড বা ইহাব লবণ হইতে ঘন সালফিউবিক অ্যাসিড (H_2SO_4) দ্বাবা বিশুদ্ধ কার্বন মনোক্সাইড (CO) তৈরী কবা হয়।



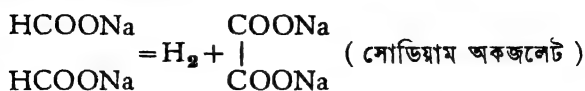
(vii) **বিজারক ক্ষমতা (Reducing capacity) :** অগ্নাণু ফ্যাটি অ্যাসিডেব বিজারণ ক্ষমতা নাই। কিন্তু ফরমিক অ্যাসিড অ্যালডি-হাইডেব ল্যায় বিজারক পদার্থ এবং অ্যামোনিয়া মিশ্রিত সিলভাব নাইট্রেট ($AgNO_3$) হইতে ধাতব সিলভাব অবক্ষিপ কবে। মারকিউবিক ক্লোরাইডকে ইহা বিজারিত কবিয়া মারকিউবাস ক্লোরাইডে পরিণত কবে।



(vii) অ্যালকোহলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ইহা এস্টাব গঠন কবে।



(ix) 360°C তাপাংকে সোডিয়াম ফরমেট দ্রুত উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম অকজলেট তৈরী হয়। যথা :



ব্যবহার : ক্রমিক অ্যাসিড (i) চর্ম-শিল্পে চূন অপসাবিত করার জন্য (ii) ববাব-শিল্পে ববাব ঘন করা প্রয়োজনে, (iii) উল ও তুলা বগু করার কাজে (iv) সুবা প্রস্তুতিতে ফার্মেনটেশন বা সন্ধান ক্রিয়ায় সহায়ক রূপে, (v) ফল ও ফুল পচনের হাত হঠাতে বন্ধাব জন্য ব্যবহাব করা হয় এবং (vi) বনস্পতি জাতীয় স্নেহ পদার্থের প্রস্তুতিতে নিকেল ফরমেট ক্যাটালিস্ট রূপে ব্যবহৃত হয়।

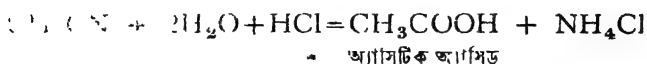
2. অ্যাসিটিক অ্যাসিড [Acetic Acid— CH_3COOH]

বহু প্রাচীন কাল হইতেই অ্যাসিটিক অ্যাসিড ‘ভিনিগার’ নামে পরিচিত ছিল। বস্তুত, ভিনিগারের ল্যাটিন পরিভাষা **অ্যাসিটাস** শব্দ হইতেই অ্যাসিটিক অ্যাসিড শব্দটি সৃষ্টি হইবাছে। 1720 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী স্ট্রাহল প্রথমে বিশুদ্ধ অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈরী করেন। অম্ল স্বাদেব সুবাস, ভিনিগারে, কোনো কোনো উদ্ভিদেব তেলে ও বসে এবং কোনো কোনো প্রাণীতে মলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

প্রস্তুতি (Preparation) : (i) **ইথাইল অ্যালকোহল জারণ** (Oxidation of Ethyl alcohol) : ইথাইল অ্যালকোহলকে প্লাটিনাম ব্র্যাক অক্সিডকেব সংস্পর্শে বায়ু অক্সিজেন দ্বারা জাবিত কবিয়া অথবা পটাশিয়াম ডাইক্রোমেট ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) এবং সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) দ্বারা জাবিত বা অক্সিডাইজ কবিয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈরী করা যায়। যথা :



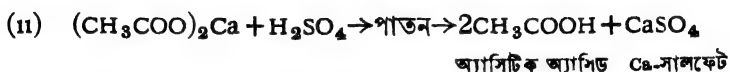
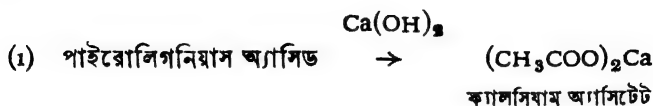
(ii) **মিথাইল সাইানাইডের আর্জি বিশ্লেষণ** (Hydrolysis of methyl cyanid.). এত অ্যাসিডেব সাহায্যে মিথাইল সাইানাইডকে (CH_3CN) যথোপযোজ্যভাবে অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈরী করা যায়। যথা :



৩ (Commercial Process)

পিসিড হইতে (From Pyroligneous)
পেয়োলিগনিয়াস অ্যাসিড পাওয়া যায় তার

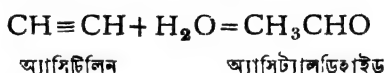
মধ্যে 10% অ্যাসিটিক অ্যাসিড থাকে। এই অ্যাসিড চুন-গোলার [$\text{Ca}(\text{OH})_2$ —milk of lime] সঙ্গে মিশাইয়া ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটে পরিণত করা হয়। এই ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেটে ঘন সালফিউরিক অ্যাসিড (H_2SO_4) মিশাইয়া পাতিত করিলে অ্যাসিটিক অ্যাসিড উৎপন্ন হয়। যথা :



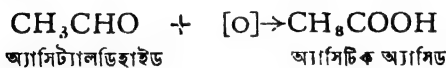
2. ক্যালসিয়াম কার্বাইড হইতে (From Calcium Carbide) :

(1) জলের সঙ্গে বিক্রিয়ায় ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) অ্যাসিটিলিন (C_2H_2) উৎপন্ন কবে। যথা : $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2$

(11) এই অ্যাসিটিলিন গ্যাস মার্কিউরিক অক্সাইড বা সালফেট মিশ্রিত লঘু ও উষ্ণ সালফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণে প্রবাহিত করিয়া অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO) প্রস্তুত করা হয়। যথা :



(vii) এই অ্যাসিট্যালডিহাইডকে ম্যাকানীজ অ্যাসিটেট অক্সিডের সংস্পর্শে বায়ু অক্সিজেনের সাহায্যে জারিত করিয়া অ্যাসিডে পরিণত করা হয়। যথা :

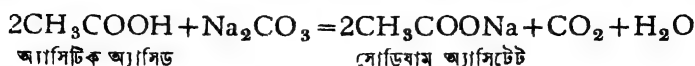


3. মাইকোডারমা অ্যাসিটির (*Mycoderma aceti*) সাহায্যে :
নুবা জাতীয় ইথাইল অ্যালকোহল মাইকোডারমা অ্যাসিটি নামের ব্যাকটিবিষাব সাহায্যে জারিত কবিয়া ‘ভিনিগাবে’ পরিণত করা হয়। এই ভিনিগাব লঘু ও অশুদ্ধ অ্যাসেটিক অ্যাসিড।



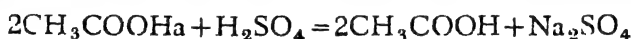
গ্লাসিয়েল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (Glacial Acetic Acid)

সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) দ্বারা অ্যাসেটিক অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া প্রথমে সোডিয়াম অ্যাসিটেট তৈরী করা হয়। যথা :



এই সোডিয়াম অ্যাসিটেট লবণে তিন অণু স্ফটিক জল থাকে। যথা :
 $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

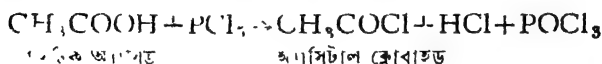
এই আর্দ্র সোডিয়াম অ্যাসিটেট বিগলিত করিয়া অনার্দ্র লবণে পরিণত করা হয় এবং পবে ইহা ঘন সালফিউরিক অ্যাসিডের সঙ্গে পাতিত করিয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড তৈরী করা হয়। এই অ্যাসিড শীতল করিলে স্বচ্ছ বরফের আয় বর্ণহীন স্ফটিকাভাবে জন্মিয়া ওঠে। এজগা ইহাকে 'গ্লাসিয়েল' অ্যাসেটিক অ্যাসিড বলা হয়।



ইহার গলনাংক 16.7°C এবং স্ফটনাংক 119°C

সাধারণ ধর্ম (Common properties of acetic acid) : অ্যাসিটিক অ্যাসিড একবকম তীব্র গন্ধযুক্ত বর্ণহীন তরল। (ii) ইহার স্ফটনাংক 119°C এবং গলনাংক 16°C , (iii) ইহা জলের চেয়ে ভারী এবং জল, অ্যালকোহল বা ইথারেব সঙ্গে সব অনুপাতে মিশ্রিত হয়।

(iv) **ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডের বিক্রিয়া (Action of phosphorus Pentachloride) :** এই অ্যাসিডে ফসফরাস—OH মূলক ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইড (PCl_5) দ্বারা অপসারিত হয়। যথা :



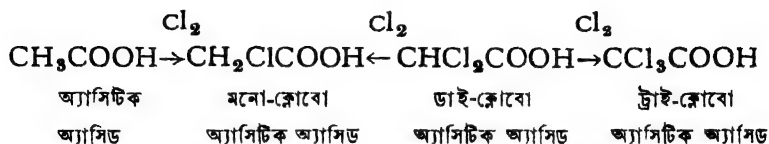
' CH_3CO '—এই মূলক অ্যাসিটাইল (acetyl radical) মূলক বলা হয়।

(v) **অ্যালকোহলের বিক্রিয়া (Action of alcohol) :** ইথাইল অ্যালকোহল— $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ অ্যাসিডের বিক্রিয়ায় সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত ইথাইল



ইথাইল অ্যাসিটেট

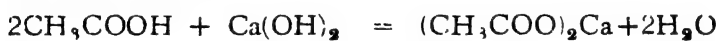
(vi) ক্লোরিন বা ব্রোমিনের বিক্রিয়া (Action of Chlorine or Bromine) : স্বর্ষালোক এবং অম্লঘটকের সংস্পর্শে অ্যাসেটিক অ্যাসিডে ক্লোরিন চালনা করিলে পর্যায়ক্রমে মনো, ডাই এবং ট্রাই-ক্লোবো অ্যাসিটিক অ্যাসিড গঠিত হয়। ব্রোমিনও এরূপ অ্যাসিড গঠনে সক্ষম।



(vii) বিজারণ ক্ষমতা নাই : ফরমিক অ্যাসিডেব বিজারণ ক্ষমতা বর্তমান, কিন্তু অ্যাসিটিক অ্যাসিডেব বিজারণ ক্ষমতা নাই।

(viii) অ্যাসিডের লবণ গঠন (Metallic acetates) : অ্যাসিটিক অ্যাসিড ক্ষাব ও ক্ষাবকের সঙ্গে বিক্রিয়াব ধাতব অ্যাসিটেট লবণ গঠন কবে। একমাত্র সিলভার অ্যাসিটেট ছাড়া সমস্ত লবণ জলে দ্রবণীয়।

অ্যাসিটেট লবণের ব্যবহার (Uses of metallic acetates) : ক্যাল-সিয়াম অ্যাসিটেট অ্যাসিটোন তৈরী করার জন্য, লেড অ্যাসিটেট বঙ শিল্পে ও ঔষধরূপে এবং লোহা ও অ্যালুমিনিয়ামেব অ্যাসিটেট বঙ পাকা করার জন্য ব্যবহার করা হয়।



অ্যাসিটিক অ্যাসিড

ক্যালসিয়াম অ্যাসিটেট

অন্যান্য ধাতব অ্যাসিটেট— $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ —লেড অ্যাসিটেট ;

$\text{CH}_3\text{COONH}_4$ —অ্যামোনিয়াম অ্যাসিটেট, $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$ —

অ্যালুমিনিয়াম অ্যাসিটেট

অ্যাসিটিক অ্যাসিডের ব্যবহার (Uses of acetic acid) : (i) দ্রাবক ও বসায়নাগাবেব বিকাসক রূপে, (ii) নানা প্রকার চাটনী তৈরী করার জন্য, (iii) মাছ মাংসেব রক্ষণে, (iv) বরার ঘন করার জন্য অ্যাসিটিক অ্যাসিড ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনিয়াম ও ক্রোমিয়াম অ্যাসিটেট রঙ পাকা করার জন্য, কপার অ্যাসিটেট ঘন বঙ তৈরী করার প্রয়োজনে, (v) সেলুলুজ অ্যাসিটেট 'বেয়ন' ও কৃত্রিম সিল্ক তৈরী করার জন্য এবং (vi) লেড অ্যাসিটেট তথা 'লেড স্ফাব' ঔষধ প্রস্তুতিব জন্য এবং বঙ শিল্পে ব্যবহার করা হয়।

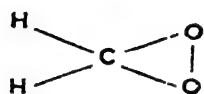
ফ্যাটি অ্যাসিডের আকৃতিক বা সংযুক্তি ফর্মুলা

(Structural formulæ of fatty acids)

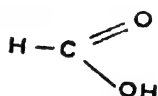
ফরমিক অ্যাসিড [HCOOH] :

(i) ফরমিক অ্যাসিডের আণবিক ফর্মুলা : CH_2O_2

(ii) ফরমিক অ্যাসিডের আণবিক ফর্মুলা (CH_2O_2) অনুযায়ী দুই বকম আকৃতি বা সংযুক্তি ফর্মুলার কাঠামো বচনা করা যায় : যথা :



(1)



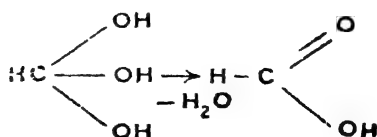
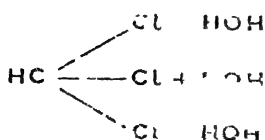
(2)

(iii) ফরমিক অ্যাসিডের দুইটি হাইড্রোজেন পবমাণুর মধ্যে একটিকে ধাতু পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়। যথা : (HCOONa) , ইহাতে প্রমাণিত হয় যে ফরমিক অ্যাসিড অণুতে দুইটি H-পবমাণু ভিন্নভাবে অবস্থিত।

(iv) ফসফরাস পেন্টা-ক্লোরাইড (PCl_5) ফরমিক অ্যাসিড হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড উৎপন্ন কবে। PCl_5 অ্যালকোহল হইতেও HCl উৎপন্ন করে। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে অ্যালকোহলের গ্রায় ফরমিক অ্যাসিডেও OH-মূলক আছে।

(v) ফরমিক অ্যাসিড বিজাবক পদার্থ। সুতরাং ইহার মধ্যে একটি—CHO-মূলক বর্তমান।

(vi) ক্রোমোফর্ম হইতে সংশ্লেষণ পদ্ধতি দ্বারা ফরমিক অ্যাসিড তৈরী করা যায়। যথা :



ফরমিক অ্যাসিড

এই হাই ফরমিক অ্যাসিডের

সংযুক্তি ফর্মুলা।

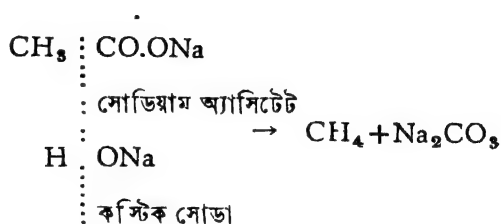
অ্যাসিটিক অ্যাসিড $[CH_3COOH]$:

(i) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের আণবিক ফর্মুলা $C_2H_4O_2$

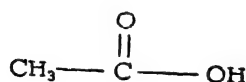
(ii) সোডিয়াম পরমাণু দ্বারা অ্যাসিটিক অ্যাসিডের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু প্রতিস্থাপিত করিয়া সোডিয়াম অ্যাসিটেট ($C_2H_3O_2Na$) গঠন করা যায়। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে, অ্যাসিটিক অ্যাসিডের একটি H পরমাণু অণুগত H পরমাণুগুলির হইতে ভিন্নভাবে অবস্থিত।

(iii) PCl_5 অ্যাসিটিক অ্যাসিড হইতে এবং অ্যালকোহল হইতেও HCl উৎপন্ন করে। ইহাতে প্রমাণিত হয় যে অ্যাসিটিক অ্যাসিডে একটি—OH-মূলক বর্তমান।

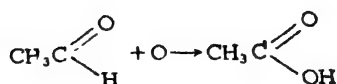
(iv) সোডিয়াম অ্যাসিটেট ও কঠিন সোডার বিক্রিয়ায় মিথেন (CH_4) উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম অ্যাসিটেটে মিথাইল মূলক (CH_3) আছে বলিয়াই CH_4 গঠন সম্ভব। যথা :



(v) এই সমস্ত তথ্য হইতে অ্যাসিটিক অ্যাসিডের সংযুক্তি বা আকৃতিক ফর্মুলা লেখা যায় :



(iv) অ্যাসিট্যালডিহাইড জারিত হইয়া অ্যাসিটিক অ্যাসিড গঠিত হয়। এক্ষণে বিক্রিয়া উল্লিখিত সংযুক্তি ফর্মুলাকেই সমর্থন করে। যথা :



অ্যাসিট্যালডিহাইড

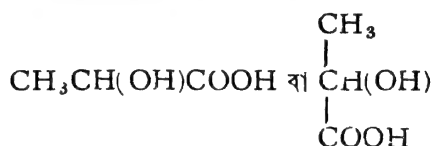
অ্যাসিটিক অ্যাসিড

• নিত্য ব্যবহার্য কয়েকটি জৈব অ্যাসিড

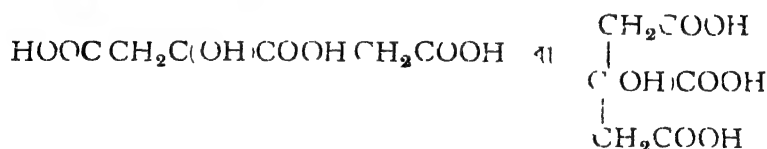
(Some organic acid of everyday use)

ফল, মূল, পত্র এবং দইয়ের সঙ্গে অনেক প্রকার জৈব অ্যাসিড আমরা খাদ্যরূপে গ্রহণ করিয়া থাকি। বস্তুত যে-ফল বা পত্র অথবা কোন জৈব পদার্থে অল্প স্বাদ পাওয়া যায় তাহাতেই জৈব অ্যাসিড বর্তমান। এই সমস্ত অ্যাসিডের মধ্যে একাধিক কার্বক্সিল (COOH)-মূলক অথবা অতিবিক্ত হাইড্রোক্সিল ($-\text{OH}$)-মূলক থাকে।

দইয়ের মধ্যে যে অ্যাসিড বর্তমান তাহাব নাম ল্যাকটিক অ্যাসিড (Lactic acid)। ইহাব ফর্মুলা :

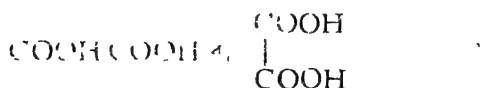


অনেক অম্বকলে যথা, লেবু, কমলা, টম্যাটো ইত্যাদি টক ফলের মধ্যে থাকে সাইট্রিক অ্যাসিড (citric acid)। ইহাব ফর্মুলা :



এই অ্যাসিড দুইটিতে OH -মূলক পাওয়া যায়।

পালং পাতার গায়ে টক পাতার এবং মূল্য জাতীয় সবজীতে যে অ্যাসিডটি পাওয়া যায় তাহাব নাম অক্সালেজিক অ্যাসিড (oxalic acid)। ইহাব ফর্মুলা :



তেঁতুল, আঙ্গুর ইত্যাদি সবজীতে পাওয়া যায় টারটারিক অ্যাসিড। ইহাব ফর্মুলা



, পাতা, শাক-সবজী এবং ফাছেব সঙ্গে

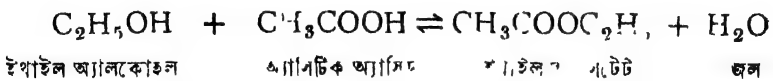
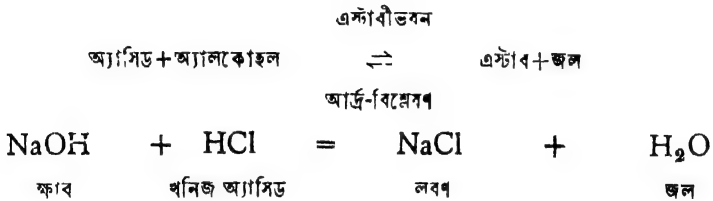
Questions to be discussed

1. What is a fatty acid ? Give two examples. What are the characteristics of fatty acids ? What is the general principle of preparation of fatty acids ?
 2. What is the laboratory method of preparation of formic acid ? Can it be prepared synthetically ? How do you account for its reducing property ? State its uses.
 3. How is acetic acid prepared ? What is vinegar ? What are the reactions of chlorine and sulphuric acid on acetic acid ?
 4. What is acetic acid ? What are the uses of acetates ? What is glacial acetic acid ? How is it prepared ? What are its uses ?
 5. How are anhydrous formic and glacial acetic acids prepared ? What is the product of reaction of acetic acid with methyl alcohol ?
 6. How are the following compounds prepared ? - (Glacial acetic acid, calcium acetates and tri-chloro acetate. What are their uses ?
 7. What happens when (i) Methyl alcohol is oxidised, (ii) Formic acid is added to ammoniacal silver nitrate solution, (iii) Oxalic acid is heated, (iv) Ethyl alcohol is oxidised (v) Phosphorus pentachloride is added to acetic acid, (vi) Chlorine passed into acetic acid and (vii) Acetic acid is reduced ?
 8. How would you prepare Formic acid ? Give equation with structural formulae of the compound. [H S. 1965]
-

1782 খ্রীষ্টাব্দে বিজ্ঞানী শিলী উদ্ভিদ হইতে একবকম স্মিট গন্ধযুক্ত তেল আবিষ্কার করেন। এরূপ স্মিট গন্ধ-তেলের নাম দেওয়া হয় এস্টার (Ester)। পরে জানা যায়, এই এস্টার জাতীয় পদার্থ অ্যালকোহল এবং ফ্যাটি তথা স্নেহাক্ত অ্যাসিডের সংযোগে গঠিত একপ্রকার জৈব যৌগ।

অজৈব খনিজ অ্যাসিড (HCl) এবং হাইড্রোকসিল (OH)-মূলকযুক্ত ক্ষাবেব (NaOH) বিক্রিয়ায় লবণ ও জল তৈরী হয়। সেইরূপ ফ্যাটি অ্যাসিড ও হাইড্রোকসিল মূলকযুক্ত অ্যালকোহলের বিক্রিয়ায় এস্টার ও জল গঠিত হয়। যথা :

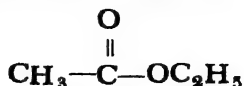
মূল বিক্রিয়া :



অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের আনুপাতিক মূলকেব নানানুসারে এস্টারের পরিমাণ নির্ণয় হয়। এস্টারের নামের পূর্বে থাকে অ্যালকোহল অ্যালকিল মূলকেব নাম এবং পরে অ্যাসিডের নাম। যথা : ইথাইল অ্যাসিটেট ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) এস্টারের সাধারণ ফর্মুলা (R-COO-E_1), R ও E_1 যথাক্রমে অ্যালকোহল ও অ্যাসিডের অ্যালকিল মূলকেব প্রতীক। সাধারণভাবে

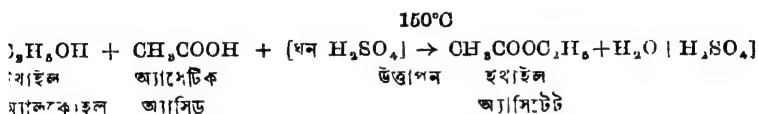
অ্যাসিডের সঙ্গে অ্যালকোহলের
যে যৌগ গঠিত হয় তাহাই

ইথাইল অ্যাসিটেট [CH₃COOC₂H₅] বা (Ethyl Acetate)

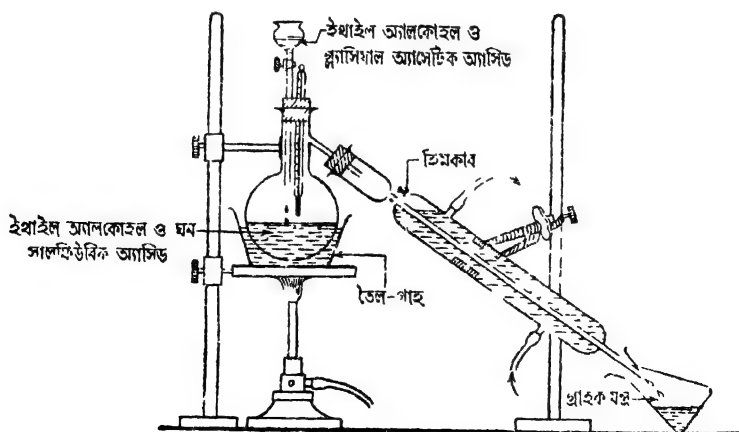


পরিচয় : বিজ্ঞানী শিলী প্রথমে যে পদ্ধতিতে এস্টার প্রস্তুত করেন এখনও সেই পদ্ধতি প্রচলিত রহিয়াছে। ইথাইল অ্যাসিটেট নামক এস্টারও মূলত শিলীৰ পদ্ধতিতেই প্রস্তুত করা হয়। বিভিন্ন ফলের মধ্যে সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত যে তেল পাওয়া যায় তাহা ইথাইল অ্যাসিটেট।

রসায়নাগারের প্রস্তুতি (Preparation) : ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্ল্যাসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড সম-আয়তনে মিশ্রিত কবিয়া ঘন সালফিউবিক অ্যাসিড অথবা অণু কোন বিশোধক (dehydrating agent) সহ 150°C তাপাংকে উত্তপ্ত কবিলে ইথাইল অ্যাসিটেট তৈবী হয় এবং ইহাকে পাত্তিত কবিয়া পাতন পাত্রে সংগৃহীত কবা হয়। বিক্রিয়া ঘটে অন্তরূপভাবে :



পরাক্ষ্য (Expt) : সম-আয়তন ইথাইল অ্যালকোহল (C₂H₅OH) এবং ঘন সালফিউবিক অ্যাসিড একটি ফ্লাস্কেব মধ্যে বাধিয়া তৈল গাহেব



oil-bath) উপবে 150°C তাপাংকে উত্তপ্ত করা হয়। এই মিশ্রণেক উপবে সম-আয়তনে মিশ্রিত ইথাইল অ্যালকোহল ও গ্ল্যাসিয়াল অ্যাসেটিক অ্যাসিড বিন্দুপাত্তী

ফানেল (dropping funnel) হইতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া ফেলা হয়। যে পরিমাণে উৎপন্ন ইথাইল অ্যাসিটেট পাতিত হইয়া গ্রাহক পাত্রে গিয়া জমা হয় সেই পরিমাণে অ্যাসিড ও অ্যালকোহলের মিশ্রণ বিন্দুপাতী ফানেল হইতে ফেলা হয়। উৎপন্ন ইথাইল অ্যাসিটেট পাতিত হইয়া হিমকাবকের (condenser) মাধ্যমে গ্রাহক পাত্রে তবলরূপে সংগৃহীত হয়।

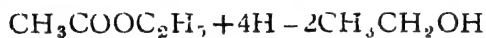
উৎপন্ন ইথাইল অ্যাসিটেট পবপব সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ (Na_2CO_3) এবং ঘন ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) দ্রবণের সঙ্গে ঝাঁকটিয়া বিশুদ্ধ করা হয়। এই বিশুদ্ধ ইথাইল অ্যাসিটেট পুনরায় পাতিত করিয়া লওয়া হয়।

ইথাইল অ্যাসিটেট বর্ণহীন সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত তবল পদার্থ। ইহাব স্ফুটনাংক 77.5°C , ইহা ফলে সামান্য পরিমাণে দ্রবণীয় :

ধর্ম : (i) PCl_5 ইতাকে অ্যাসিটাইল ক্লোরাইডে পরিণত করে। যথা :

$$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{PCl}_5 = \text{CH}_3\text{COCl} + \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{POCl}_3$$

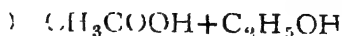
(ii) জায়মান হাইড্রোজেন—ইতাকে ইথাইল অ্যালকোহলে বিজ্জাবিত করে।



ব্যবহার : কৃত্রিম সুগন্ধি বা এসেন্স (Essences or Essential oil) :

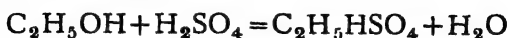
কোন কোন এস্টারের মধ্যে আনাবস, কলা ও অজাফ ফলের গন্ধ পাওয়া যায়। ইথাইল লবঙ্গমতে 'রাম' (Rum) বা ইন্দু-মদেব গন্ধ, অ্যানাডল অ্যাসিটেটে পাকাকলাব গন্ধ, আইসো-অ্যানাডল অ্যাসিটেটে বুটব গন্ধ, ইথাইল বাউটিবেটে আনাবসের গন্ধ এবং আইসো-অ্যানাডল আইসো-ভ্যালাটে অপেলের গন্ধ বহন করে। এসব এস্টার প্রায়শঃ সুগন্ধী হয়। কদাচিৎ অনেক উদ্ভিদ এস্টার নিরাসরূপে তৈল আচ্ছাদিত করে এবং এরূপ তৈলে এস্টার থাকে। এসব তৈল প্রায়শঃ এসেন্সকে (essence) ব্যবহার করা হয়।

এস্টারের হাইড্রোলাইসিস (Hydrolysis of Esters) : জলের সংস্পর্শে এস্টারের আদর্শ হাইড্রোলাইসিস ঘটে এবং এস্টার ভাঙিয়া পুনরায় অম্ল ও অ্যালকোহল গঠিত হয়। লঘু হাইড্রোক্লোরিক, লঘু সালফিউরিক অম্ল এস্টারের সংস্পর্শে এরূপ আদি-বিশ্লেষণের ক্রিয়া

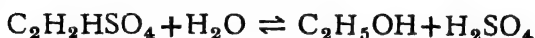


এই প্রতিক্রিয়ায় অ্যাসিড ইথাইল অ্যালকোহল

অর্জব অ্যাসিডের এস্টারও সহজেই তৈরী করা যায়। ইথাইল অ্যালকোহল ও সাউফিউরিক অ্যাসিড সম-আয়তনে মিশাইয়া জলগাহের মধ্যে এক ঘণ্টা উত্তপ্ত করিলে ইথাইল হাইড্রোজেন সালফেট ($C_2H_5HSO_4$) তৈরী হয়। যথা :



ইহা অল্পস্বাদেব ঘন তরল এবং উত্তপ্ত জলের সংস্পর্শে আর্দ্র-বিস্তেজিত হইয়া পুনরায় অ্যাসিড ও অ্যালকোহলে পরিণত হয়। যথা :



তেল ও স্নেহ তথা অয়েল ও ফ্যাট

(Oil and Fat) .

বিভিন্ন তেল বা অয়েল (Different kinds of oils) : আমবা তিন শ্রেণীর তেলের সঙ্গে পরিচিত। (i) প্রথম শ্রেণী : অল্পদ্রব্যী জৈব ও উদ্ভিজ্জ তেল (animal and vegetable oil), (ii) দ্বিতীয় শ্রেণী : উদ্বায়ী সঙ্গন্ধি তেল (essential oil) এবং (iii) তৃতীয় শ্রেণী : খনিজ তেল (mineral oil) এবং (iv) মোম (wax)।

1 খনিজ তেল (Mineral oil) : খনিগর্ভে একপ তেল অন্তর্ক অবস্থায় পাওয়া যায়। ইহাব বিভিন্ন হাইড্রোক্যাবন যৌগেব মিশ্রণ। একপ খনিজ তেল পাতিত করিলে উদ্বায়ী অংশকে পেট্রোল, কেবোমিন, গ্যাসোলীন ইত্যাদি পাওয়া যায় (407-3 পৃষ্ঠা দ্রষ্টব্য)।

2 জৈব ও উদ্ভিজ্জ তেল (Animal and vegetable oil) : উদ্ভিদ বা জীবদেহ হইতে একপ তেল পাওয়া যায়। সর্পিষাব তেল, নাবকেল তেল, পাম তেল, অলিভ তেল, মাছেব তেল, কডালভাব তেল ইত্যাদি একপ তেলের উদাহরণ। ইহাবা জলের চেয়ে হালকা ও জলে অদ্রবণীয় কিন্তু বেস্কিন, ইথার ইত্যাদি জৈব তবলে দ্রবণীয়। ফুণ বা উদ্ভিদেব বীজ যথা সর্পিষা, বাদাম, জলপাই ইত্যাদি যন্ত্রে পেষণ করিয়া একপ তেল নিষ্কাশিত করা হয়। জৈব তেলকে চর্বি বলা হয়। জলের সঙ্গে মাছ, মাংস ইত্যাদি ফুটাইলে চর্বি জলের উপবে ভাসিয়া ওঠে। চর্বিও জৈব তেল, কিন্তু সাধারণ অবস্থায় কঠিনাকার। এই জৈব ও উদ্ভিজ্জ তেলও এস্টার কিন্তু ইহারা গুরুভাব জৈব অ্যাসিড ও গ্রিসারিন জাতীয় অ্যালকোহলের সংযোগে গঠিত এস্টার।

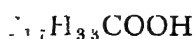
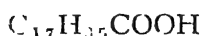
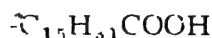
3. **উদ্বায়ী তেল (Essential oil) :** ফুল বা ফলের সুগন্ধি নির্ধারকরূপে প্রাপ্ত উদ্বায়ী তেলকে এসেন্সিয়েল তেল বা উদ্বায়ী তেল বলা হয়। আতব, (গোলাপেব নির্ধারক), চন্দন তেল, ইউক্যালিপটাস তেল, অত্রাণ্ড এসেন্স ইত্যাদি একপ উদ্বায়ী তেলের উদাহরণ। ইহাদের ভিতর প্রায়ই নানা রকম রক্তাকাব জৈব যোগ।

4. **মোম (Wax) :** মোম কঠিনাকার এষ্টাব জাতীয় পদার্থ। কিন্তু একপ এষ্টাব গ্লিসারিন হইতে তৈরী হয় না। ইহা গুরুভার অ্যালকোহল ও জৈব অ্যাসিডেন সংযোগে গঠিত হয়।

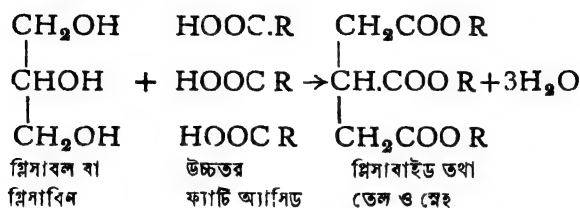
তেল ও স্নেহ (Oils and Fats) : তেল ও স্নেহ বা অয়েল এবং ফ্যাটের মধ্যে মূলত কোন পার্থক্য নাই। উভয়েই গ্লিসারল নামের অ্যালকোহল এবং ফ্যাটি অ্যাসিডের সংযোগে গঠিত এষ্টার জাতীয় জৈব যোগ এবং উভয়কেই ফ্যাটি অ্যাসিডের গ্লিসারাইড (Glycerides of Fatty Acids) বলা হয়। যে সমস্ত পদার্থকে তেল বলা হয় তাহা স্বাভাবিক উষ্ণতায় তবল কিন্তু ফ্যাট বা স্নেহ জাতীয় পদার্থ স্বাভাবিক উষ্ণতায় কঠিন। কিন্তু নাবিকেল তেল গরমের দিনে স্বাভাবিক অবস্থায় তবল এবং শীতের দিনে স্নেহ বা চর্বিব ত্রায় কঠিন। সাধারণভাবে বলা যায় যে সমস্ত গ্লিসারাইড 20°C তাপাংকে তবল হইতাদেব বলা হয় **তেল (oil)** এবং যেগুলি কঠিন সেগুলিকে বলা হয় **স্নেহ, চর্বি বা ফ্যাট (Fat)**। একটি বিষয়ে অবশ্য সামান্য পার্থক্য দেখা যায়। স্বাভাবিক অবস্থায় যে সমস্ত গ্লিসারাইড তেল সেগুলির মধ্যে সাধারণত অসম্পূর্ণ অ্যাসিড থাকে। সাধারণভাবে বলা যায় :

গ্লিসারল + ফ্যাটি অ্যাসিড \rightarrow তেল বা স্নেহ (গ্লিসারাইড)

যে সমস্ত জৈব পদার্থ একাবিক উচ্চতব ফ্যাটি অ্যাসিড পাওয়া যায়। এই অ্যাসিডগুলির মধ্যে পামটিক অ্যাসিড, স্টিয়ারিক অ্যাসিড ও অলিনিক অ্যাসিড নাম বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। এইসব অ্যাসিডের



এই সমস্ত মনোবেসিক ফ্যাটি অ্যাসিডের অ্যালকিল তথা হাইড্রোকার্বন শৃঙ্খলের ফর্মুলা :— $C_{15}H_{31}$, $C_{17}H_{33}$, $C_{17}H_{33}$ ইত্যাদি। ইহাদের প্রতীক ধরা যায়—R :



(R—এখানে অ্যালকিল মূলকের প্রতীক)

তেল ও স্নেহ জলে অদ্রবণীয় কিন্তু বেজিন, অ্যাসিটোন, ইথাব ও কার্বন টেট্রা-ক্লোরাইড জাতীয় জৈব তবলে দ্রবণীয়।

নিশোধক তেল (Drying oil) : তিসি তেলের গায় উদ্ভিদ তেল অসম্পৃক্ত জৈব অ্যাসিডের গ্লিসারাইড যৌগ। ইহাবা বায়ব অক্সিজেন শোষণ কবিয়া দীর্ঘে দীর্ঘে শুকাইয়া যায় এবং বজনের গায় একটি শুষ্ক পদার্থে পরিণত হয়। একপ তেলকে বিশোধক তেল বা ড্রাইং-অয়েল (বা fixed oil) বলা হয়। একপ তেল ভাণিণ, বড় ও ‘অয়েল ক্লথ’ তৈরী করার জন্য ব্যবহার কবা হয়।

তেলের হাইড্রোজিনেশন (Hydrogenation of oil) : যে সমস্ত দ্রব তেলের মধ্যে অসম্পৃক্ত অ্যাসিডের গ্লিসারাইড বতমান সেই সমস্ত তেলের মধ্যে অক্সিজেনের সংস্পর্শে হাইড্রোজেন চালাইয়া কৃত্রিম উপায়ে অসম্পৃক্ত অ্যাসিডকে সম্পৃক্ত অ্যাসিডে রূপান্তরিত কবিয়া উদ্ভিদ তেলকে স্নেহ বা চর্বি জাতীয় পদার্থে পরিণত কবা যায়। এইভাবে তেলের মধ্যে হাইড্রোজেন চালাইয়া তেলকে চর্বি বা স্নেহ জাতীয় পদার্থে পরিণত করার রাসায়নিক ক্রিয়াকে তেলের হাইড্রোজিনেশন বলা হয়। বনস্পতি যি একপ হাইড্রোজিনেটেড স্নেহ পদার্থ।

সাবান বা সোপ (Soap)

সাবান : উচ্চতর আণবিক ওজনের ফ্যাটি অ্যাসিডের সোডিয়াম পটাসিয়াম লবণকে সাবান বলা হয়। সোডিয়ামের লবণকে বলা হয় হার্ড সাবান (hard soap) এবং পটাসিয়ামের লবণকে বলা হয় নরম সাবান (soft soap)।

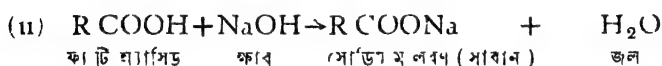
সাবানীভবন (Saponification) : চর্বি বা তেল অর্থাৎ ফ্যাটি অ্যাসিডের গ্লিসারাইডের সঙ্গে ক্ষার মিশাইয়া উত্তপ্ত করিলে গ্লিসারাইড আর্দ্র-বিলেবিত হইয়া প্রথমে ফ্যাটি অ্যাসিড ও গ্লিসারিন তৈরী হয় এবং এই ফ্যাটি অ্যাসিড ক্ষারের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণ তৈরী করে। জৈব অ্যাসিডের এই লবণই সাবান এবং এরূপ আর্দ্র-বিলেবণের রাসায়নিক পদ্ধতিতে সাবান তৈরী করার বিক্রিয়াকে স্ত্রাপোনিকেশন বা সাবানীভবন (Saponification) বলা হয়।

আর্দ্রবিলেবণ

মূলনীতি : (i) এন্টার+জল \rightleftharpoons অ্যাসিড+অ্যালকোহল

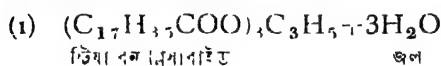
(Principle) (ii) অ্যাসিড+ক্ষার \rightarrow সোডিয়াম লবণ+জল
(সাধন)

আর্দ্র

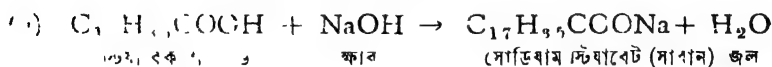
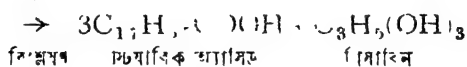


(R- অ্যালকিল মূলকেব প্রতীক)

সোডিয়াম স্টিয়ারেট সাবান :



আর্দ্র



সাবান তৈরী (Preparation of Soap) : সাবান তৈরী করার

জন্য নিম্নলিখিত পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। প্রথমে তেল, অম্লজাত জৈব তেল এবং জৈব চর্বি ব্যবহার করা হয়। এই মিশ্রণকে তেল ও চর্বি মিশ্রিত কাবয়া সেই মিশ্রণ 12—14%

মাংশের সঙ্গে মিশাইয়া একটি লোহাব পাত্রে

রাখা উত্তপ্ত করা হয়। ইহাব ফলে পাত্রে

মাংশ, গ্লিসারিন ও জল তৈরী হয়। সাবান,

গ্লিসারিন ও জলের এই মিশ্রণেব মধ্যে সাধারণ লবণ (NaCl) মিশ্রিত করিলে দ্রবণ হইতে সাবান বিচ্ছিন্ন হইয়া পড়ে এবং দ্রবণেব মধ্যে অবশিষ্ট থাকে গ্লিসারিন। এই সাবান জলে ধুইয়া ক্ষার মুক্ত করা হয় এবং এই ক্ষারমুক্ত সাবান পবে উত্তপ্ত করিয়া বিভিন্ন ছাঁচে ফেলিয়া বিভিন্ন আকারের সাবান তৈরী করা হয়। এই সাবানই কাপড় কাচা সাবান।

কার্বলিক সাবান (Carbolic soap) : সাবানীকরণ বিক্রিয়ার সময়ে চর্বি ও ক্ষারের মিশ্রণে কার্বলিক অ্যাসিড তথা ফিনল মিশাইয়া যে সাবান তৈরী করা হয় তাহাই কার্বলিক সাবান।

টয়লেট সাবান (Toilet soap) : সাধারণ বিশুদ্ধ সাবান খণ্ড খণ্ড কবিয়া কাটিয়া প্রথমে শুকান হয়। এই শুক সাবানের সঙ্গে বড় ও সূক্ষ্মী মিশাইয়া বোলাবেব চাপে পিষিয়া সাবান দণ্ডে পবিত্রত করা হয় এবং এই সাবান দণ্ড আবার খণ্ড খণ্ড কবিয়া কাটিয়া ও পিটাইয়া সাবানের ‘কেক’ তৈরী করা হয়।

স্বচ্ছ সাবান (Transparent Soap) : সাধারণ সাবান অ্যালকোহলের মধ্যে দ্রবীভূত করিয়া এবং সেই অ্যালকোহল বাষ্পায়িত করিলে অবশিষ্ট সাবানের সঙ্গে গ্লিসারিন মিশাইয়া শুক করিলে স্বচ্ছ সাবান তৈরী হয়।

শীতল পদ্ধতি (Cold Process) : শীতল পদ্ধতিতে সাবান প্রস্তুত করা হয় চর্বি, নারিকেল তেল ইত্যাদিকে উত্তপ্ত কষ্টিক সোডার সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া। এরূপ মিশ্রণকে লোহাব পাত্রে ঢুটাইবার প্রয়োজন নাই।

ভারতে প্রতি বৎসর প্রায় 80,000 টন বিভিন্ন ধরনের সাবান তৈরী হয়।

গ্লিসারিন (Glycerine) : সাবান তৈরীর পবে লোহাব পাত্রে 8—10% গ্লিসারিন পাওয়া যায়। এই গ্লিসারিনেব সঙ্গে ক্ষাব মিশ্রিত থাকে। অ্যাসিডের সাহায্যে প্রথমে ইহা ক্ষাব মুক্ত করা হয়। পবে ফটকিবিব সাহায্যে সাবান পাত্রেব মূল দ্রবণেব অছায়া ময়লা দূর কবিয়া অতি-তপ্ত বাষ্পেব সাহায্যে গ্লিসারিন দ্রবণ পাত্তিত কবিয়া ঘন গ্লিসারিন সংগ্রহ করা হয়। এই জৈব যৌগ নাইট্রো-গ্লিসারিন তথা ডিনাইট্রো তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়। গ্লিসারিন কালী প্রস্তুতি, প্রসাধনী প্রস্তুতি এবং ববাব, চর্ম ও স্নিহিত শিল্পেব কাজে ব্যবহার করা হয়।

Questions to be discussed

1. What is an Ester ? How would you prepare ethyl acetate ? What is its reaction with water ?

2. What is fat ? Is there any difference between fat and oil ? How are vegetable oils converted into fats ? Can you prepare fat out of mineral oil ?

3. Write short notes on :

Essential oil, drying oil, fat, mineral oil and vegetable oil. What oil is used for soap making ?

4. What is saponification ? What do you understand by soap ? How is soap prepared ? Name an important by-product of soap ? How are hard soap, carbolic soap, glycerine soap and toilet soap made ?

5. What is an ester ? Describe the preparation of a typical ester. What happens when this ester is boiled with caustic soda solution ? Oils are esters ; what products are obtained when they are hydrolysed with caustic alkali ? [H. S. 1962]

6. What do you understand by the term ester ? Give a neat labelled sketch of an apparatus used in chemical laboratory for the preparation of an ester.

Mention briefly the essential steps in the process. What happens when it is hydrolysed ? [H. S. 1964 (comp)]

7. Write briefly what you know about

(a) Fats and oils (b) Soap (c) Essences

[H. S. 1963 (comp)]

চাউল, গম, ভুট্টা, চিনি, তুলা, বাঁশ, খড়, কাঠ, কাগজ—একুপ পদার্থগুলি আপাতত বিচিত্র ও বিভিন্ন মনে হইলেও বাসায়নিক অর্থে এই পদার্থগুলি মূলত অভিন্ন। ইহারা যে বাসায়নিক পদার্থ দ্বারা গঠিত তাহাকে বলা হয় কার্বো-হাইড্রেট (carbohydrate)।

কার্বোহাইড্রেট কার্বন, হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন দ্বারা গঠিত (C, H এবং O)। জলের মধ্যে যে অনুপাতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন (H : O :: 2 : 1) বর্তমান, কার্বোহাইড্রেট যৌগেও কার্বনের সঙ্গে সেই অনুপাতে পাওয়া যায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন। এজগুই একুপ যৌগকে কার্বোহাইড্রেট (কার্বন-জল) বলা হয়।

কার্বোহাইড্রেটের শ্রেণী বিভাগ

(Classification of Carbohydrates)

কার্বোহাইড্রেট প্রধানত তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত :

(i) চিনি বা সুগার (Sugar) : সুক্রোজ বা আকাবেজ ($C_{12}H_{22}O_{11}$), গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$), ফ্রুকটোজ ($C_6H_{12}O_6$) ইত্যাদি।

(ii) স্টার্চ (Starch) : চাউল, গম, ভুট্টা, আলু, বালি, সাগু ইত্যাদি।

(iii) সেলুলুজ (Cellulose) : তুলা, খড়, পাট, বাঁশ, কাঠ, ঘাস ইত্যাদি।

স্টার্চ ও সেলুলুজের অণুগুলিতে কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা হাজারে উপবেগ হইতে পারে। কোনো কোনো দ্রবণীয় স্টার্চেব আণবিক ফর্মুলা : $C_{1200}H_{2000}O_{1000}$, স্টার্চ ও সেলুলুজের সাধারণ ফর্মুলা— $(C_6H_{10}O_5)_n$ ।

সুক্রোজ বা আখের চিনি (Sucrose or Cane Sugar) : আখের ও বীটের চিনিকে সুক্রোজ বলা হয়।

অতি প্রাচীনকালও ভারতে আখের চিনি তৈরী করা হইত। আলেকজান্দ্রাবের লোকেবা ভাণ্ডত হইতে আখের চিনি তৈরী করার উপায় শিখিয়া যায়। ইউরোপে এক সময় আখের চিনি তাই 'ভারতীয় লবণ' নামে পরিচিত ছিল। বীট চিনি আবিষ্কৃত হয় মাত্র 1747 খ্রিষ্টাব্দে। জার্মান বাসায়নিক **মারগ্রাফ্** ইহা আবিষ্কার করেন।

ভারতীয় আখের চিনির পরিমাণ 12—13% ; জাভার আখে—19% , পূর্বে বীটের মধ্যে চিনি পাওয়া যায় 6% , কিন্তু এখন উন্নত পদ্ধতিতে চাষ করিয়া বীট মূলে 28% চিনি পাওয়া যায়।

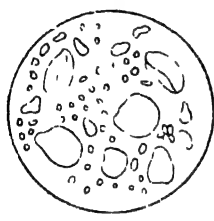
সুক্রোজ প্রস্তুতি (Preparation of Sucrose) : আখ খণ্ড খণ্ড করিয়া পেষণ যন্ত্রে 'মাড়াই' করিয়া বস বাহির করা হয়। এই আখের বসের সঙ্গে পোড়া চুন (CaO) মিশ্রিত করিয়া এবং এই মিশ্রণ জ্বাল দিয়া বসের ময়লাগুলি জ্বাইয়া পুঞ্জীভূত করা হয়। এই ময়লা ছাঁকিয়া ফেলিয়া আখের বসের মধ্যে সালফার ডায়াক্সাইড (SO_2) গ্যাস ঢালাইয়া ইহা বিবর্তিত (bleaching) করিয়া এবং এই পরিশুদ্ধ বসের জলীয় অংশ বাষ্পায়িত করিয়া চিনির দানা তৈরী করা হয়। পাত্রেব বাদামী বসের অবশিষ্ট হইলে এই দানাদার চিনি ছাঁকিয়া লইবার পরে যে পদার্থটি পড়িয়া থাকে তাহারক চিটাগুড় বা 'মোলাসেস' (molasses) বলা হয়। এই চিটাগুড় আলোড়নিত ও বাষ্পায়িত করা তৈরী করার জন্য এবং গুরুত্ব খাটু রূপে ও সাব হিসাবে ব্যবহার করা হয়। চিনিকে জলে দ্রবীভূত করিয়া এবং পুনরায় কেন্দ্রীভূত করিয়া সাদা চিনি তৈরী করা যায়। চিনির দানা প্রায় ঘন করিয়া তৈরী করা হয় মিছরী। ভারতে প্রায় 100টি চিনির কারখানা এবং ইহাও অবিকার্য বিক্রয় ও উচ্চ মূল্যে অবস্থিত।

গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজ বা আঙ্গুরের চিনি (Glucose and Fructose or Grape Sugar) : মাঙ্গুরের বসে পাওয়া যায় বলিয়া গ্লুকোজকে আঙ্গুরের চিনি বা ফ্রেস সুগারও বলা হয়। ফলের মধুতে এবং অনেক পানীয় পানিতে পাওয়া যায়। মাঙ্গুরের রক্ত ও মূত্রে

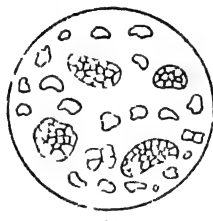
চিনি গঠিত হয় গ্লুকোজ ও ফ্রুকটোজের মিশ্রণ দ্বারা। লঘু হাইড্রোক্লোরিক বা হাইড্রোসালফিক এসিডের সহায়তায় 40°C—50°C

দানাব **সেলুলোজ** (Cellulose) জাতীয় পদার্থ। পরিস্ফুট পদার্থরূপে নির্গত হয় স্টার্চ ও জল। সংগ্রাহক পাত্রেব মধ্যে স্টার্চ জলেব নিচে পড়িয়া যায় এবং উপরেব জল আশ্রাবিত কবিয়া স্টার্চ সংগ্রহ ও শুষ্ক কবা হয়।

শুকু স্টার্চেব দানাগুলি দেখিতে বিভিন্ন আকৃতিব। [চিত্রে গম, চাউল ও আলুব স্টার্চের আকৃতি দেখান হইল।] স্টার্চ জলে অদ্রবণীয় কিন্তু জলের সঙ্গে উত্তপ্ত কবিলে স্টার্চেব দানাগুলি ফুলিয়া ওঠে ও ফাটিয়া যায় এবং জলেব সঙ্গে মিশিয়া স্টার্চ একটি কলয়ডিয় দ্রবণেব ঘন লেই তৈরী কবে। এই লেই



গম



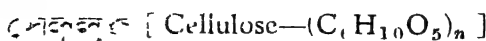
চাউল



আলু

আয়োডিনেব সংস্পর্শে ঘন নীল বর্ণে পরিণত হয়। উত্তপ্ত করিলে এই দ্রবণ হইতে নীলবর্ণ চলিয়া যায় এবং শীতল করিলে আবার নীলবর্ণের আবির্ভাব ঘটে। 200°C তাপাংকে অথবা লঘু নাইট্রিক অ্যামিড এবং লঘু HCl -এব মিশ্রণে মিশাইয়া 10°C — 120°C তাপাংকে উত্তপ্ত করিলে স্টার্চ গমেব মত এক প্রকার হলুদ বর্ণেব দাড়াভাবে পরিণত হয়। ইহাকে বলা হয় ডেক্সট্রিন (Dextrin)। ইন্সিটরী কবা কাণ্ডেব যে পদার্থটি চকমক কবিত্তে দেখা যায় তাহাই ডেক্সট্রিন। ইহা আলুব ত্রায় ব্যবহৃত হয়।

ব্যবহার : স্টার্চ হইতে প্রচুর পরিমাণে স্টার্চ, আলুকোহল ও গাম জাতীয় পদার্থ তৈরী কবা হয়। ইহা 'সার্কজিং'-এব উপাদানরূপে কাগজ ও মুক্তি শিল্পে ব্যবহৃত হয়, কাগজ বোলাইয়েব কাবখানায় এবং পাউডার তৈরী কবাব জগুও স্টার্চ ব্যবহৃত হয়।



উদ্ভিদেব দেহ গঠনেব প্রধান সম উপাদান।

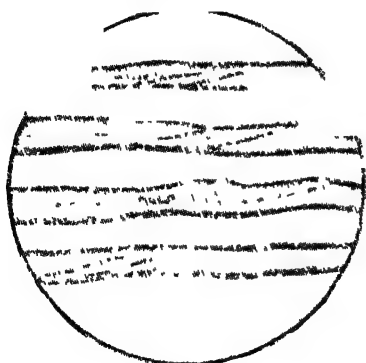
গঠিত তাহা সেলুলোজ জাতীয় কার্বো-

হাইড্রেট, কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলকে

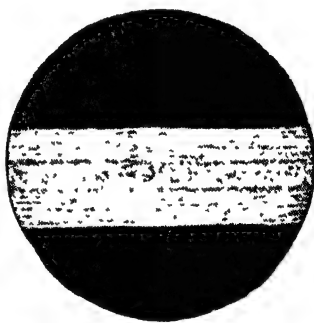
দেহ ক্রমশ চিনি ও স্টার্চরূপে সংশ্লেষিত

কবিয়া শেষ পর্যায়ে সেলুলুজ জাতীয় কার্বোহাইড্রেটে পবিণত করে। বায়ুতে বে পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড আছে, পৃথিবীতে কার্বোহাইড্রেট আছে প্রায় তাব অর্ধেক। সমস্ত কার্বোহাইড্রেট দৃষ্ট হইয়া বা পচিয়া আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল তৈরী হয়। উদ্ভিদের মধ্যে সেলুলুজ লিগনিন নামক পদার্থের সঙ্গে মিশ্রিত থাকে। তুলা, পাট, সোনা-পাট, খড়, কাঠ ইত্যাদি বস্তুগুলি প্রধানত সেলুলুজ দ্বারা তৈরী। তুলা প্রায় বিশুদ্ধ সেলুলুজ।

সেলুলুজ একটি অতি নিষ্ক্রিয় পদার্থ। সেলুলুজের উপবে ক্লোরিন বা লঘু অ্যাসিড অথবা লঘু ক্ষারের কোনো বিক্রিয়া হয় না। তাই ফিলটার কাগজ সেলুলুজ দ্বারা তৈরী করা হয়। সমস্ত লঘু দ্রবণ পবিস্কৃত করার জগ্ন তাই ফিলটার কাগজ ব্যবহাব কবা যায়। কাগজ ও অন্যান্য সেলুলুজের জিনিস-পত্রও এই কাবণেই তৈরী কবা সম্ভব। ক্যালসিয়াম সালফাইট ও কষ্টিক সোডা দ্বারা উদ্ভিদেব দেহতত্ত্ব লিগনিন হইতে নিষ্কাশিত কবিয়া সেলুলুজ তৈরী কবা হয়। [বিভিন্ন সেলুলুজের গঠন-তত্ত্বগুলি ব আকৃতি নিম্নেব চিত্রেব জায়।]



বাসায়নিক তুলা



তুলাব সেলুলুজ

সেলুলুজ দ্বারা তৈরী পদার্থ : (i) মারসিরাইজড তুলা : 1844 খ্রীষ্টাব্দে বাসায়নিক জন মারসার (John Mercer) ঘন ক্ষার (NaOH) দ্রবণে কার্পাস সূতা ভিজাইয়া উহাব সেলুলুজের আকৃতি পবিবর্তন কবিত্তে সক্ষম হন। তুলার সেলুলুজ সাধাবণত কিতাব মত চ্যাপ্টা, কিন্তু ঘন ক্ষার (NaOH) ইহাকে ফুলাইয়া গোলাকৃতি তত্ত্বতে পবিণত কবে। এরূপ তুলাব সূতি বস্ত্র দেখিত্তে সিল্কের জায় এবং অধিকতব টেকসই। আবিষ্কারকেব নামান্তসারে এরূপ তুলাকে মারসিরাইজড তুলা বলা হয়।

(ii) কাগজ প্রস্তুতি (Paper making) : প্রাচীন কালে মিসর দেশে লিখিবার কাগজরূপে প্যাপিরাস পাতা এবং আমাদের দেশে ভোজপাতা ব্যবহার করা হইত। ইহা বা সেলুলুজ। উদ্ভিদেব সেলুলুজ হইতে বর্তমান উপায়ে কাগজ তৈরী করার উপায় উদ্ভাবিত হয় চীন দেশে। কাগজ তৈরী করা হয় খড়, ঘাস, কাঠ ইত্যাদি পদার্থ হইতে। এই সমস্ত বস্তু খণ্ড খণ্ড করিয়া কাটিয়া কষ্টিক সোডা বা অম্ল পদার্থেব সঙ্গে মিশ্রিত করিয়া উত্তপ্ত করা হয়। ইহাতে সেলুলুজেব লিগনিন নিক্ষেপিত হইয়া যায় এবং সেলুলুজ তন্তু বিচ্ছিন্ন হয়। এই সেলুলুজকে সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট বা ব্লিচিং পাউডার দ্বারা বিবজিত করা হয়। এই বিবজিত সেলুলুজ তন্তুর সঙ্গে মিশ্রিত করা হয় ‘সাইজিং পদার্থ’ রোজিন, সাবান, অ্যালাম বা স্টার্চ। সেলুলুজ তন্তুবি ছিদ্রগুলি ভবিবাব জন্ত জিপসাম ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) বা চিনা মাটি বা অম্ল কোন সাদা কঠিন বস্তু পাউডার মিশ্রিত করিয়া সেলুলুজেব পিণ্ড তৈরী করা হয়। এই সাদা পাউডার সেলুলুজেব ছিদ্রগুলি ভবিবাব জন্ত পূরকরূপে কাজ করে। এই সাইজিং পদার্থ ও পূরক-পদার্থেব সঙ্গে মিশ্রিত সেলুলুজ পিণ্ড বিশেষ যত্ন ও বোলাবেব সাহায্যে পিষিয়া পাতলা পাত তৈরী করা হয়।

কাগজকে ‘সাইজ’, করার আগে ইহা শীতল ও মর্যম দ্রব্বেব সালফিউরিক অ্যাসিডে চূর্ণাইয়া নিলে এবংকম আধা স্বচ্ছ কাগজ তৈরী হয়। এরূপ কাগজকে বলা হয় পার্চমেন্ট পেপার (parchment paper)। ইহা আচ্ছাদন রূপে ও কলরেড ছাপাবার জন্য ব্যবহৃত হয়। ফিল্টার পেপার (filter paper) সাইজিং পদার্থ ও পূরকবিহীন কাগজ।

(iii) নাইট্রো সেলুলুজ (Nitro-cellulose) : নাইট্রিক অ্যাসিডের সঙ্গে বিশেষ অনুপাতে প্রতিক্রিয়াব সেলুলুজ ট্রাই-নাইট্রেট বা নাইট্রো-সেলুলুজ যৌগ তৈরী হয়। ইহা ইথার ও অ্যালকোহলে অদ্রবণীয়। ইহা অ্যাসিটোনে দ্রবণীয়। ইহা দুই ভাগ বুনায়মান নাইট্রিক অ্যাসিড এবং এক ভাগ মন সালফিউরিক অ্যাসিডে বিস্তৃত তলা 10°C তাপমাত্রাকে প্রায় 4-5 ঘণ্টা রাখিলে তৈরী হয় তাহা জলে ধুইয়া এবং শুষ্ক কাবয়া

নাইট্রো-সেলুলুজ যৌগ। যে দ্রব্য পদার্থ

এর তৈরী এক বিশেষ ধরনের নাইট্রো-

(gum cotton)। নাইট্রো-সেলুলুজ ও

এর সঙ্গে মিশাইয়া এবং এই মিশ্রণ

বিশুদ্ধ করিয়া কয়ডাইট ও জেলিগনাইট জাতীয় বিস্ফোরক তৈরী করা হয়।

(iv) কৃত্রিম সিল্ক (Artificial silk): সেলুলুজ ডাই-নাইট্রেট ইথাব ও অ্যালকোহলেব মিশ্রণে দ্রবীভূত করিয়া একবকম ঘন আঁঠালো পদার্থ তৈরী হয়। ইহাকে বলা হয় কলোডিয়ন। ইহা সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম ছিদ্রেব ভিতব দিয়া চালাইয়া বায়ুতে নির্গত করিলে অ্যালকোহল উড়িয়া যায় এবং কলোডিয়ন সূক্ষ্ম তন্তুতে পরিণত হয়।



কৃত্রিম সিল্কেব তন্তু

এই তন্তু অ্যামোনিয়াম হাইড্রোসালফাইডে (NH_4SH) ভিজাইয়া লইলে ইহা অদাহ্য বস্তুতে পরিণত হয়। এই তন্তুই কৃত্রিম সিল্ক বা রেয়ন (Rayon)।

(v) সেলুলয়েড (Celluloid): সেলুলুজ ডাই-নাইট্রেট কপূর এবং অ্যালকোহলেব সঙ্গে ঘর্ষণে ভাবে মিশাইয়া মিশ্রণেব উপবে চাপ দিলে একবকম প্রাস্টিক তৈরী হয়। একপ প্রাস্টিকে সেলুলয়েড বলা হয়। একপ সেলুলয়েড প্রাস্টিক উত্তাপে নমনীয় হয় এবং ইহা ছাচে ফেলিয়া যে কোন আকৃতিতে পরিণত করা যায়। সিনেমাব ফিল্ম, চুরি ও বিভিন্ন বাজ-যন্ত্রেব হাতল, ফাউটেন পেন, চশমাব ফ্রেম, চিকুণী, কৃত্রিম আইভরী, ফটিক ইত্যাদি তৈরী করা হয়। সেলুলয়েড প্রাস্টিক অত্যন্ত দহনশীল পদার্থ। বিশেষ প্রক্রিয়ায় বর্তমানে অদাহ্য সেলুলয়েড প্রাস্টিকও তৈরী করা হয়।

Questions to be discussed

1. What is carbohydrate? Why is it so called? What are the different classes of carbohydrates? Give examples.

2. What is starch? How is it prepared? What are its uses?

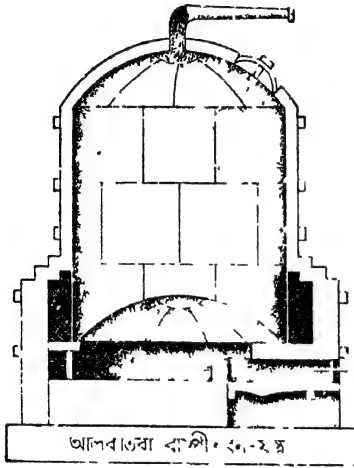
3. What is cellulose? What are the important industries that depend on cellulose? Write short notes on

Filter paper, parchment paper, gun cotton, cellulose, artificial silk.

4. How is paper made? What is filter paper?

5. What is sugar? How is cane sugar extracted?

কালো, কৃৎসিং ও দুর্গন্ধময় আলকাতরার মধ্যে যে কত অমূল্য বাসায়নিক দ্রব্য আত্মগোপন করিয়া আছে সেই কথাটি প্রথম জানা যায় ১৮৫৫ খ্রীষ্টাব্দে। আঠারো বৎসরের ব্রিটিশ যুবক উইলিয়াম পারকিন অনেকটা কৌতূহলবশে কৃত্রিমভাবে কুইনিন তৈরী করার প্রচেষ্টায়



আলকাতরা হইতে আকস্মিক ভাবে একটি জৈব বস্তুক আবিষ্কার করেন। ইহার ফলে আলকাতরার উপরে বাসায়নিকদের দৃষ্টি পড়ে এবং আলকাতরা হইতে প্রায় ৪০০ জৈব যৌগ আবিষ্কৃত হয়। এই যৌগগুলি অগণিত জৈব বস্তুক দ্রব্য এবং ঔষধের মূল পদার্থ।

আলকাতরা হইতে যে-সমস্ত জৈব যৌগ পাওয়া যায় সেগুলি অ্যালিফ্যাটিক হাইড্রোকার্বন শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত নয়। ইহাদের অনেকের

মধ্যে বিভিন্ন বস্তুকের গন্ধ অর্থাৎ ‘অ্যারোমা’ (aroma) বর্তমান। তাই একপ শ্রেণীর জৈব যৌগের সাধাবণ নাম দেওয়া হয় অ্যারোমেটিক যৌগ (Aromatic compound)। এখনন্ত যত জৈব যৌগ আবিষ্কৃত হইয়াছে তাহাদের মধ্যে প্রায় শতকরা পঁচাত্তর ভাগ অ্যারোমেটিক যৌগের অন্তর্ভুক্ত।

এই অ্যারোমেটিক শ্রেণীর যৌগ হইতে অবিকাংশ বস্তুক, ঔষধ, সুগন্ধি, প্লাস্টিক, বিস্ফোরক ইত্যাদি নৈব যৌগ তৈরী করা সম্ভব হইয়াছে। অ্যারোমেটিক জাতীয় যৌগগুলির প্রত্যেকটির মূল পদার্থ পাওয়া যায় আলকাতরার মধ্যে।

আলকাতরার পাতন (Distillation of coal tar)

পত্রাব জল কয়লা অন্তর্ভুক্ত পাতন পদ্ধতিতে

1000°C—1400°C তাপাংকে পাতিত

কাল গ্যাস, তরল অ্যামোনিয়া ও কোক

পাওয়া যায়।

আলকাতরা নানারূপ জৈব যৌগের মিশ্রণ। এই যৌগগুলির ফুটনাক সমান নয়। কাজেই আলকাতরাকে উত্তপ্ত করিলে উহার বিভিন্ন যৌগ বিভিন্ন তাপাংকে পাতিত হইয়া গ্রাহক পাत्रে সঞ্চিত হয়। এই পাতন ক্রিয়া বড় বড় আবদ্ধ লোহার পাत्रে সম্পন্ন করা হয়। বিভিন্ন তাপাংকে প্রাপ্ত উদ্যায়ী পদার্থগুলি বিভিন্ন পাत्रে চাব বকম তেলরূপে সংগ্রহ করা হয় এবং পাत्रে অবশিষ্ট থাকে কালো পিচ। বিভিন্ন তাপাংকে পাতনের ফলে আলকাতরা হইতে বিভিন্ন ভাগে যে-সমস্ত পদার্থ পাওয়া যায় তাহাদের নাম ও পরিমাণ (চার্ট—515 পৃষ্ঠা দেখ) :

পাতিত অংশের নাম	পাতনের তাপাংক	পরিমাণ শতাংশ	পাতিত পদার্থের সাধারণ উপাদান
1 লঘু-তেল বা অশোধিত তেল বা জাপথা (Light oil or, Cude naptha)	170°C পর্যন্ত	7 - ৪%	বেঞ্জিন ও বেঞ্জিনের সমগর্ভীয় পদার্থ তথা টলুইন, জাইলিন ইত্যাদি। শিল্পে ইহাদের জাপথা দ্রাবক (solvent naptha) বলা হয়।
2 মধ্যম-তেল বা কার্বলিক তেল— (Middle or car- bolic oil)	170°C 230°C	8 - 10%	কার্বলিক অ্যানিড বা ফিনল ও জাপথালিন।
3 ভারী তেল বা ক্রিষোজোট তেল— (Heavy or creo- tote oil)	230°C-270°C	8 - 10%	ক্রিসল
4 অ্যানথ্রাসিন তেল বা সবুজ তেল— Green or An- thracene oil)	270°C-360°C	16 - 21%	অ্যানথ্রাসিন, কার্ব- জোল ও ফেনো অ্যানথ্রাসিন ফিনাথ্রিন
5. পিচ (Pitch)	পাতন-পাত্রের অবশিষ্ট পদার্থ	50 - 60%	92-94% কার্বন

আলকাতরার পাতনে প্রাপ্ত দ্রব্যের ব্যবহার

1. লঘু বা অশোধিত তেল (Light oil) : এই লঘু তেল আবার 70°C—140°C তাপাংকে পতিত করিয়া লঘু বেনজল (Light Benzol) ও ভারী বেনজল (Heavy Benzol) রূপে পৃথক করা হয়। লঘু তেল

বেঞ্জিন ও বেঞ্জিনের সমগণ তথা টলুইন, জাইলিন ইত্যাদি প্রাকৃতিক উৎস। 142°C -এর উপরে পাতিত কবিয়া যে অংশ পাওয়া যায় তাহাকে দ্রাবক গ্রাপথা (solvent naptha) বলা হয় এবং শিল্পে দ্রাবকরূপে ব্যবহার করা হয়।

অশোধিত লঘু তেলের অংশ প্রথমে সালফিউবিক অ্যাসিড ও কঠিক সোডা দ্বারা শোধিত কবিয়া আবার পাতিত করা হয়। 70°C তাপাংক পর্যন্ত পাতিত পদার্থ বর্জন করা হয়। ইহার উর্বর তাপাংকে পাতিত তবলে প্রায় 65% বেঞ্জিন ও টলুইন পাওয়া যায়। এক টন আলকাতরা পাতিত কবিয়া বেঞ্জিন পাওয়া যায় প্রায় 35 পাউণ্ড।

2. **মধ্যম তেল (Middle oil)** : গ্রাপথালিন, কাবলিক অ্যাসিড, ক্রিসল ইত্যাদি নানা বকম বস্তুক ও ঔষধ তৈরীর জগ ব্যবহৃত হয়।

3. **ভারী তেল (Heavy oil)** : এই তেল সবাসবি কাঠ সংবন্ধেব জগ ব্যবহাব করা হয়।

4. **সবুজ তেল (Green oil)** : এই অ্যানথ্রালিন বা সবুজ তেল অনেক বকম জৈব বস্তুকেব মূল উপাদান।

5. **পিচ (Pitch)** : এই পিচে 94% কাবন থাকে। ইহা কালো বস্তুরূপে জিনিসপত্রের উপরে প্রলেপ দেওয়ার জগ প্রলেপ রূপে, অ্যাসিড ও অগ্নিগ্ন ক্ষয়কারী পদার্থ হইতে জিনিসপত্র সংবন্ধেব জগ এবং বাস্তব তৈরী করার জগ ব্যবহাব করা হয়।

অ্যারোম্যাটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য

(i) অ্যারোম্যাটিক যৌগগুলি উদ্ভিদ ও প্রাণী এবং আলকাতরার মধ্যে পাওয়া যায়। ইহাদের অনেকগুলি গন্ধবস্তুরূপে

(ii) অ্যারোম্যাটিক যৌগের অণুগুলি অ্যারোম্যাটিক যৌগের গায় মুক্ত স্থান আকারে উদ্ভিদ ও প্রাণীদের অণুগুলি ঘড়ভুক্ত সংবন্ধকাৰে গঠিত।

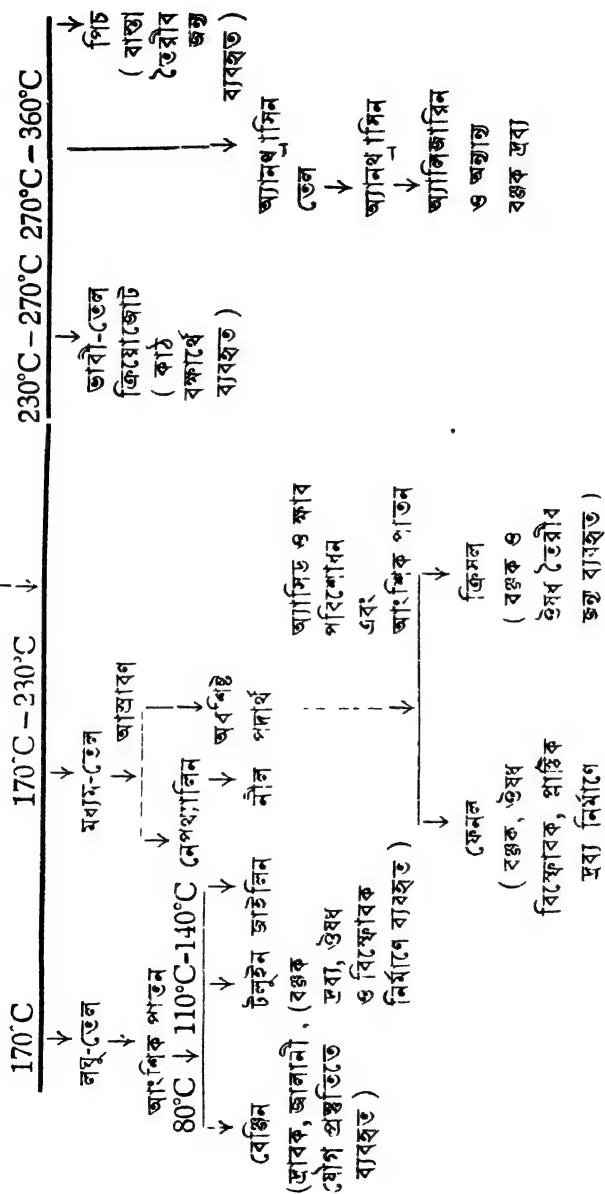
(iii) অ্যারোম্যাটিক যৌগের মূল পদার্থ। সেইরূপ

অ্যারোম্যাটিক যৌগের মূল পদার্থ।

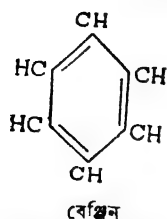
অ্যারোম্যাটিক বা প্যারোফিনের সঙ্গে খনিজ

অ্যারোম্যাটিক জাতীয় হাইড্রোকার্বন

আলকাতরার পাতন



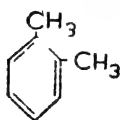
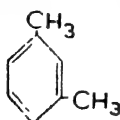
(v) বেঞ্জিনের গঠন যডভূজাবৃত আকৃতি। এরূপ আণবিক আকৃতিতে তিনটি দুই মাত্রার যোজ্যতা বর্তমান বলিয়া বেঞ্জিন ও বেঞ্জিনের সমগণগুলি (homologues) অসংপৃক্ত। ইহা বা অসংপৃক্ত হইলেও বিশেষ স্থায়ী যোগ।



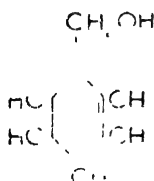
(vi) বেঞ্জিনের হাইড্রোজেন অ্যালকিলমূলক (CH_3 -, C_2H_5 - ইত্যাদি) দ্বারা প্রতিস্থাপিত কবিয়া বেঞ্জিনের সমগণ তৈরী করা যায়। এরূপ মূলক বেঞ্জিনের বৃত্তাকাংবে ছয়টি স্থানের যে-কোন স্থানে বসিয়া একটি মাত্র যোগই গঠন কবিত্তে পাবে। যথা : টলুইন। এরূপ দুইটি মূলক বেঞ্জিনেব দুইটি হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত কবিয়া তিন ধবনেব সমগণ গঠন কবে। ইহাদেব অর্থো, মেটা ও প্যারা যোগ বলা হয়। যথা :



টলুইন

অর্থো-জাইলিন
বা অর্থো ডাই-
মিথাইল বেনজিনমেটা জাইলিন
বা মেটা ডাই
মিথাইল বেনজিনপ্যারা-জাইলিন
বা প্যারা ডাই-
মিথাইল বেনজিন

(vi) বেঞ্জিনের হাইড্রোজেন সমযোজী কারক মূলক বা ফাংশনাল গ্রুপ (functional group) দ্বারা প্রতিস্থাপিত কবিয়া বিভিন্ন শ্রেণীর অ্যারোম্যাটিক যোগ গঠন করা যায়। যথা :



বা



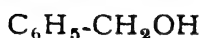
বা

(i) ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)
বেনজিক অ্যাসিড অ্যানিলিন

এমবিভাবে যুক্ত H-কে প্রতিস্থাপিত না
কোন অ্যালকিল মূলকের H-কে বিভিন্ন

ফাংশনাল গ্রুপ তথা কাবক মূলক দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়, তবে অত্র এক ধরনের অ্যাবোম্যাটিক যোগ উৎপন্ন হয়। ইহাদেব প্রকৃতি অনেকাংশে অ্যালিফ্যাটিক যোগেব ত্রায়।

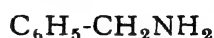
যেমন টলুইনেব CH_3 মূলকের H-কে প্রতিস্থাপিত করিয়া নিম্নলিখিত যোগ পাওয়া যায়। যথা :



বেঞ্জাইল অ্যালকোহল



ইথাইল অ্যালকোহল]

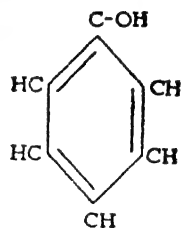


বেঞ্জাইল অ্যামিন



ইথাইল অ্যামিন]

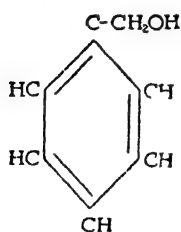
(1x) অপব দিকে শ্রেণী-প্রতীক মূলকগুলি যদি মূল-বৃত্তেব সঙ্গে যুক্ত হয় তবে উৎপন্ন যোগগুলি প্রকৃত অ্যাবোম্যাটিক ধর্মী হয়। $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ তথা ফিনল গঠন CH_3OH তথা মিলাইল অ্যালকোহলেব ত্রায় কিন্তু ফিনল বাসায়নিক ধর্ম আসিড কিন্তু CH_3OH অ্যালকোহল এবং বাসায়নিক ধর্মে বিবেপক্ষ OH-মূলক বেথিনেব মূল বৃত্তেব সঙ্গে যুক্ত বলিয়া ফিনল যোগে বিশিষ্ট ধর্ম দেখা যায়। ফিনলেব গঠন :



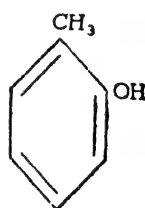
ফিনল বা কাবলিক
আসিড

আবেকটি উদাহরণ : বেঞ্জাইল অ্যালকোহল ও ক্রিসল যোগ আর্সোমেবিক এবং ইহাদেব ফর্মুলা—

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ ও $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{CH}_3$, বেঞ্জাইল অ্যালকোহলে OH-মূলক অ্যালকিল মূলকেব H প্রতিস্থাপিত কবিয়াছে কিন্তু ক্রিসলে OH-মূলক



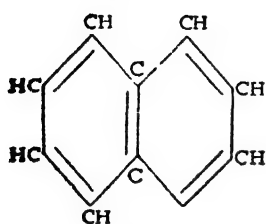
বেঞ্জাইল অ্যালকোহল



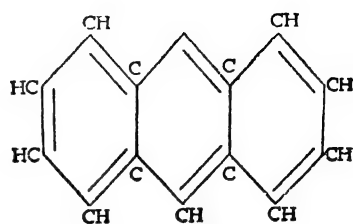
ক্রিসল

মূল বৃত্তেব H প্রতিস্থাপিত কবিয়াছে। বেঞ্জাইল অ্যালকোহল তাই ইথাইল অ্যালকোহলেব ত্রায়, কিন্তু ক্রিসল অ্যাসিডেব ত্রায়।

(ix) দুইটি বেঞ্জিন বৃত্ত পরস্পর যুক্ত হইয়া গঠন কবে অ্যাপথালিন এবং তিনটি যুক্ত হইয়া গঠন কবে অ্যানথ্রাসিন। যথা :



অ্যাপথালিন



অ্যানথ্রাসিন

অ্যালিফ্যাটিক সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তথা প্যারাকিন এবং অ্যারোম্যাটিক হাইড্রোকার্বনের পার্থক্য নিম্নরূপ :

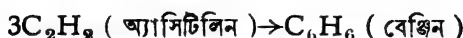
(Difference between aliphatic and aromatic compounds)

বিক্রিয়া	অ্যারোম্যাটিক হাইড্রোকার্বন	অ্যালিফ্যাটিক সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন
1. দহন	দোয়া সহ দীপ্ত শিখায় প্রজ্জ্বলিত হয়।	অদীপ্ত শিখায় প্রজ্জ্বলিত হয়।
2. ঘন HNO_3	সালফিউবিক অ্যাসিডেব সংস্পর্শে নাইট্রো যোগ গঠিত হয়।	বিক্রিয়া নাই।
3. ঘন H_2SO_4	সালফিউবিক অ্যাসিডেব যোগ গঠিত হয়।	বিক্রিয়া নাই।
4. অনার্দ অ্যান্থ্রানিয়ন ক্রোমা-ইডেন সংশ্লেষ	এরূপ বিক্রিয়া ঘটে	এরূপ বিক্রিয়া ঘটে না।
5. হ্যালাজেনেশন	হ্যালাজেন অবস্থায় সংযোজন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে।	শুধু প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া ঘটে।
	ক্যানাইড তৈরী	কোন ওজোনাইড তৈরী হয় না।
	কেন্দ্র সংস্পর্শে	বিজ্ঞাপিত হয় না।
	হয়।	

বেঞ্জিন বা বেঞ্জল

(Benzene or Benzol)— C_6H_6

1825 খ্রীষ্টাব্দে পদার্থ-বিজ্ঞানী ফ্যারাডে প্রথমে তিমি মাছের তেল হইতে বেঞ্জিন আবিষ্কার করেন। বেঞ্জিনেব প্রধান ভাণ্ডার আল্কাভরা। তিনটি অ্যাসিটিলিন একীকরণ করিয়া কৃত্রিমভাবেও বেঞ্জিন তৈরী করা যায়। যথা :



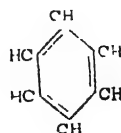
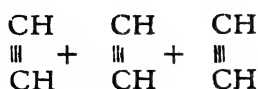
প্রস্তুতি (Preparation) : আল্কাভরা পাতিত কবিয়া ($170^\circ C$) যে লঘু তেল পাওয়া যায় তাহা $80^\circ C$ তাপাংকে আংশিক পাতিত কবিয়া এবং প্রথমে বার বার ঘন সালফিউবিক অ্যাসিড এবং পরে কষ্টিক সোডা দ্রবণে ধৌত কবিয়া শোধন করা হয়। এই তেল আবাব জলে ধুইয়া এবং শুষ্ক কবিয়া পাতিত করা হয় ($100^\circ C$)। $70^\circ C$ তাপাংকে পাতিত অংশ বর্জন করা হয়। $100^\circ C - 110^\circ C$ তাপাংকে পাতিত লঘু তেল হইতে প্রাপ্ত পাতিত অংশে 80% বেঞ্জিন থাকে। এই অংশকে পুনরায় $80^\circ C - 81^\circ C$ তাপাংকে পাতিত কবিয়া বাণিজ্যিক বেঞ্জিন সংগ্রহ করা হয়। প্রতি টন আল্কাভরা পাতিত কবিয়া প্রায় 35 পাউণ্ড বেঞ্জিন পাওয়া যায়।

বিশুদ্ধ বেঞ্জিন (Pure Benzene) : বেঞ্জিন হিমমিশ্রণে শীতল করিয়া স্ফটিকে পরিণত করিয়া সেই স্ফটিকে আবাব গলাইয়া বিশুদ্ধ বেঞ্জিন তৈরী করা হয়। এরূপ পদ্ধতিব পুনরাবৃত্তি করা হয়।

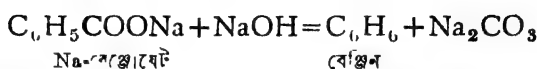
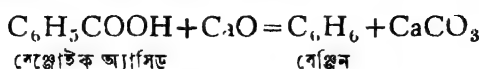
বেঞ্জিন প্রস্তুতির অগ্নাত উপায়

বাণিজ্যিক বেঞ্জিনেব অধিকাংশই কয়লা পাতনে প্রাপ্ত আল্কাভরা পাতিত কবিয়া পাওয়া যায়। অগ্নাতভাবেও ইহা তৈরী করা যায়। যথা :

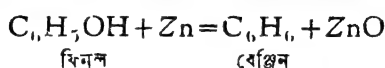
(i) **অ্যাসিটিলিন হইতে (From acetylene) :** লাল-তপ্ত নলৈব ভিত্তব দিয়া ~~অ্যাসিটিলিন~~ চালনা কবিলে ইহা পলিমারাইজ (polymerise) কবিয়া বেঞ্জিন গঠন কবে : $3C_2H_2 = C_6H_6$



(ii) **বেঞ্জোইক অ্যাসিড হইতে** (From Benzoic acid) :
বেঞ্জোইক অ্যাসিড অথবা সোডিয়াম বেঞ্জোয়েট সোডালাইমের সঙ্গে পাতিত
কবিয়া বিশুদ্ধ বেঞ্জিন তৈরী করা যায়। যথা :



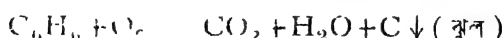
(iii) **ফিনল হইতে** (From Phenol) : জিংক ধূলি (zinc-dust)
সঙ্গে মিশ্রিত কবিয়া ফিনল পাতিত কবিলে বেঞ্জিন তৈরী হয়।



ধর্ম (Properties) : বেঞ্জিন একটি বর্ণহীন ও গন্ধযুক্ত তরল এবং
জলের চেয়ে হালকা পদার্থ। ইহার ফ্রিটমার্ক 80.5°C , 5°C — 4°C তাপমাত্রকে
ইহা কঠিন পদার্থে পরিণত হয়। জলের সঙ্গে ইহা মিশ্রিত হয় না কিন্তু
অ্যালকোহল ও ইথাইলের সঙ্গে মিশ্রিত হয়। ইহা দহনশীল পদার্থ এবং ধোঁয়া
ছড়াইয়া প্রজ্জ্বলিত হয়। ইহা আইয়োডিন, ব্রোমিন, চবি, তেল ইত্যাদি
দ্রাবক। অ্যালকোহল ও ইথাইলের সঙ্গে ইহা মিশ্রিত করা যায়।

1. বেঞ্জিন সমস্ত অ্যাবোম্যাটিক যৌগের আদি পদার্থ। ইহা একটি স্থায়ী
যৌগ। সাধারণ জীবক বা বিজীবক দ্রব্য বোজনের উপরে কোন বিক্রিয়া
ঘটিত হইতে পারে না।

2. **দহন ক্রিয়া (Combustion) :** বেঞ্জিন শব্দে অক্সিজেন
কালে জল ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়। দহনবিষয়
অদ্বন্দ্ব কবিন এবং ফ্লুসের আকারে সঞ্চিত হয়। অক্সিজেনের প্রতিবিধি পরিমাণে
কার্বন বর্জ্য : $\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{C} \downarrow$ বিক্রিয়া।

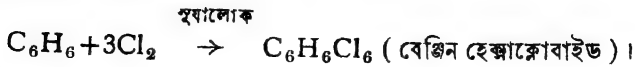


বেঞ্জিন দহন সময় একটি একশ্রেণীর বিক্রিয়াকে বলা হয় প্রতি-
স্থাপন বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় নংযোজন বিক্রিয়া। প্রতিস্থাপন
ক্রিয়ায় একটি

(Reaction) : বেঞ্জিন একটি

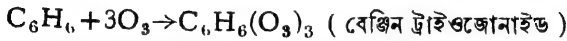
বন্ধন (bond) বহনমান।

(1) উজ্জল সূর্যালোকে বেঞ্জিন ছয়টি ক্লোরিন বা ব্রোমিন পরমাণুর সঙ্গে সংযুক্ত হইতে পারে। যথা :

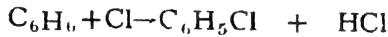
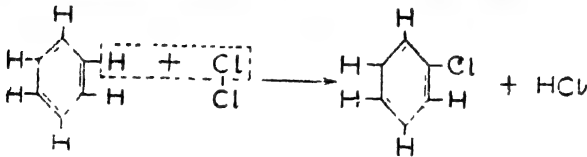


এই বেঞ্জিন হেক্সাক্লোরাইডের আইসোমার কীটনাশক গ্যামাক্সিন (Gammexane) নামে ব্যবহৃত হয়।

(ii) বেঞ্জিন তিন অণু ওজোনের সঙ্গে যুক্ত হয়। যথা :

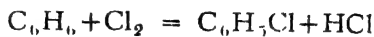


3 প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution Reaction) :



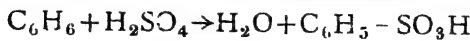
ক্লোরোবেঞ্জিন

(1) হ্যালোজেন সংযোজন : ক্লোরিন ও ব্রোমিন, আইয়োডিন, লোহাৰ গুঁড়া, অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি অণুঘটকেব সংস্পর্শে বেঞ্জিনেব হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত কবে।

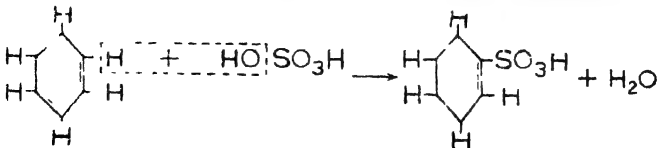


এই ভাবে ব্রোমিনেব বিক্রিয়া : $C_6H_6 + Br_2 \rightarrow C_6H_5Br + HBr$
 ব্রোমোবেঞ্জিন

(ii) সালফোনেশন (Sulphonation) : বেঞ্জিন ঘন ও তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডেব সঙ্গে বিক্রিয়ায বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড গঠন কবে।

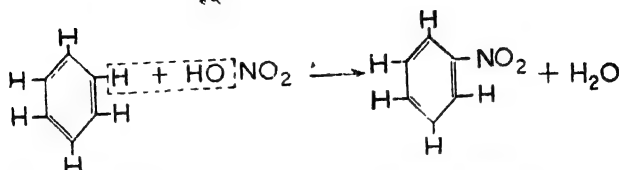
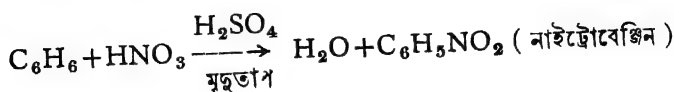


বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড



(বেঞ্জিন সালফোনিক অ্যাসিড)

(iii) **নাইট্রেশন (Nitration)** : ঘন নাইট্রিক ও সালফিউবিক অ্যাসিডের মিশ্রণের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বেঞ্জিনের একটি হাইড্রোজেন নাইট্রো-গ্রুপ ($-\text{NO}_2$) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



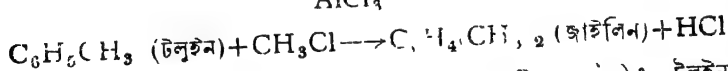
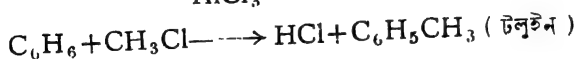
$[\text{H}_2\text{SO}_4]$

বিক্রিয়ায় সাহায্য করে

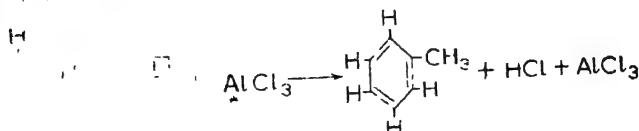
নাইট্রোবেঞ্জিন

(iv) **সমগণ উৎপাদন (Homologue of Benzene)** : অনার্দ্র অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের সংস্পর্শে মিথাইল ক্লোরাইড বেঞ্জিনের সঙ্গে বিক্রিয়ায় টলুইন ও জাইলিনের গ্রাফ সমগণ উৎপন্ন করে। বিজ্ঞানী ফ্রিডেল এবং ক্রাফ্ট এই বিক্রিয়া প্রথম আবিষ্কার করেন বলিয়া ইহা তাঁহাদের নামে পরিচিত।

(Friedel-Craft Reaction) :



বেঞ্জিনের সমগণ (Homologues of Benzene) : টলুইন $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, জাইলিন $[\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2]$ ইত্যাদি বেঞ্জিনের (C_6H_6) সমগণ নামে পরিচিত।



টলুইন

(Homologue of Benzene) : চবি ও তেল নিকাশনের পেট্রলের সঙ্গে মিথাইল মোটর পেট্রলরূপে

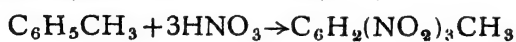
প্রত্যক্ষভাবে বেঞ্জিন ব্যবহার করা হয়। বেঞ্জিন হইতে নাইট্রোবেঞ্জিন, অ্যানিলিন, ফিনল ও অগ্রান্ত যে সব যৌগ তৈরী করা হয় তাহা অত্যন্ত মূল্যবান বাসায়নিক উপাদান। এই যৌগগুলির ব্যবহার কবিয়া নানা রকম রঞ্জক দ্রব্য, সালফা ড্রাগেব গ্রাফ বিভিন্ন ধরনের ঔষধ, ফিনল, গ্যামাক্সিন, ডি. ডি. টি. ইত্যাদি বীজাণুনাশক দ্রব্য, ট্রাই-নাইট্রোটলুইন, পিকরিক অ্যাসিড ইত্যাদি বিস্ফোরক এবং বিভিন্ন ধরনের প্রাস্টিক, ফটোগ্রাফীর বাসায়নিক দ্রব্য, কৃত্রিম বস্ত্র এবং আরও অনেক মূল্যবান ব্যবহার্য দ্রব্য তৈরী করা হয়।

টলুইন (Toluene) : $C_6H_5 - CH_3$

টলুইন : বেঞ্জিনেব একটি প্রধান সমগণ। ইহা মিথাইল বেঞ্জিন নামেও পরিচিত। টলুইনের প্রধান ভাগাব আলকাতরা। আলকাতরা পাতিত কবিয়া বেঞ্জিনেব সঙ্গে টলুইন সংগ্রহ করা হয়। কোনো কোনো পেট্রোলিয়ামেও টলুইন পাওয়া যায়।

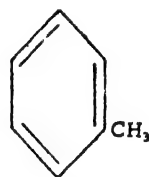
ইহা ধর্মে বেঞ্জিনেব গ্রাফ। ইহা বর্ণহীন, সাধারণ অবস্থায় তরল। জ্বাণ ক্রিয়ায় ইহাকে বেঞ্জোইক অ্যাসিডে পরিণত করা যায়। টলুইনেব বুতের এবং বাহিবেব হাইড্রোজেন ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত করা যায়।

ব্যবহার (Uses of toluene) : টলুইন হইতে নানারূপ বস্তুক দ্রব্য ও ঔষধ তৈরী করা যায়। টলুইন হইতে সাধারণ চিনিব চেয়ে প্রায় পাঁচ শত গুণ বেশি মিষ্টি স্ট্রাকাবিন নামক পদার্থও তৈরী করা যায়। টলুইন হইতে প্রচুর পরিমাণে টি. এন. টি. (T. N. T) তথা ট্রাই-নাইট্রোটলুইন নামক প্রচণ্ড বিস্ফোরক পদার্থ তৈরী করা হয়। যথা :



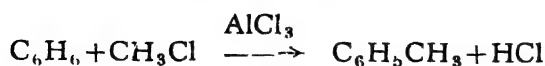
টলুইন

ট্রাই-নাইট্রোটলুইন

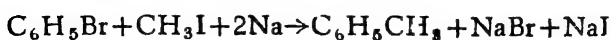


টলুইন

অনার্জ অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডেব সংস্পর্শে বেঞ্জিনেব উপবে মিথাইল ক্লোরাইডেব বিক্রিয়ায় টলুইন তৈরী হয়। যথা :



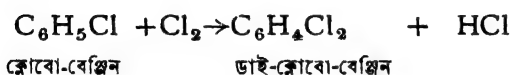
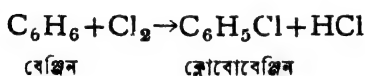
ব্রোমো বেঞ্জিন (C_6H_5Br) ও মিথাইল আয়োডাইডের (CH_3I) মিশ্রণেব উপবে সোডিয়ামেব বিক্রিয়ায় টলুইন উৎপন্ন হয়। যথা :



১. অ্যারোম্যাটিক শ্রেণীর কয়েকটি মূল যৌগ

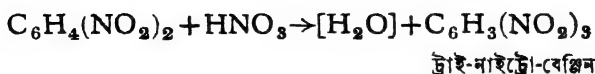
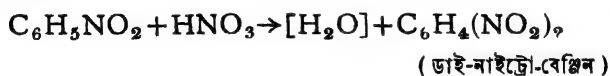
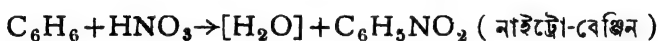
অগণিত অ্যারোম্যাটিক যৌগের মূল শ্রেণীর কয়েকটি উদাহরণ নীচে দেওয়া হইল। মূল বেঞ্জিন বৃত্ত অক্ষত রাখিয়া যে বিভিন্ন শ্রেণীর যৌগ গঠিত হয় তাহাব মধ্যে বেঞ্জিন হ্যালাইড, নাইট্রো-বেঞ্জিন, অ্যানিলিন, বেঞ্জাইল অ্যালকোহল, বেঞ্জলডিহাইড ও বেঞ্জোইক অ্যাসিড তাব কয়েকটি প্রাথমিক যৌগ। নীচে সংক্ষেপে এই সমস্ত আদি যৌগেব পরিচয় দেওয়া হইল।

1. বেঞ্জিন হ্যালাইড (Benzene Halide) : লোহার কুচি বা অ্যালুমিনিয়াম-মার্কারি কাপ্‌লের সংস্পর্শে আয়োডিন, ক্লোরিন বা ব্রোমিন প্রত্যক্ষভাবে বেঞ্জিনের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটাইয়া হ্যালাইড যৌগ গঠন করে। যথা :



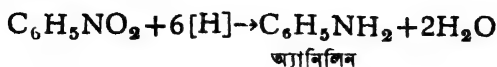
এই ভাবী তবল বেঞ্জিন হ্যালাইড যৌগ বিভিন্ন অ্যাবোমেটিক যৌগ গঠনেব আদি উপাদানরূপে ব্যবহাব কবা হয়।

2. নাইট্রো-বেঞ্জিন [Nitro-benzene $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$] : ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড ও সালফিউবিক অ্যাসিডেব মিশ্রণেব সঙ্গে বেঞ্জিনেব বিক্রিয়া ঘটাইয়া নাইট্রো-বেঞ্জিন (nitro-benzene) তৈবী করা যায়। বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা পরিবর্তন করিয়া বেঞ্জিন মূলকে তিনটি নাইট্রো-গ্রুপ সংযোগ কবা যায়। যথা :



এই হালকা হলুদ বর্ণেব বা দানাদাব স্ফঙ্গী কিন্তু বিষাক্ত দ্রব্যগুলি অ্যানিলিন, নাইট্রো অ্যানিলিন প্রভৃতি তৈরী করার জন্য ব্যবহার করা হয়। ট্রাই-নাইট্রো টলুইন এবং ট্রাই-নাইট্রো ফিনল তথা পিকরিক অ্যাসিড বিস্ফাবক দ্রব্যরূপে ব্যবহারের জন্য প্রস্তুত করা হয়।

3. অ্যানিলিন [Aniline— $C_6H_5NH_2$] : নাইট্রো-বেঞ্জিনকে সন্ডোজাত হাইড্রোজেন [Sn or Fe+HCl] দ্বারা বিজারিত করিয়া অ্যানিলিন তৈরী করা হয়।

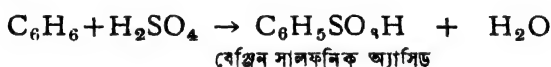


অ্যানিলিন

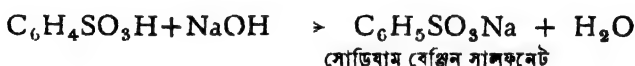
অ্যানিলিন অ্যাবোমেটিক অ্যামাইন (Amines) শ্রেণীর আদি-যৌগ।

এই বর্ণহীন তরল অ্যানিলিন নানা বকম ঔষধ, রঞ্জকদ্রব্য এবং ফটোগ্রাফীর বাসায়নিক উপাদান, বিষাক্ত গ্যাস ইত্যাদি প্রস্তুতিব মূল উপাদান। এক শ্রেণীর জৈব রঞ্জক দ্রব্যকে তাই অ্যানিলিন ডাই (Aniline dye) বলা হয়।

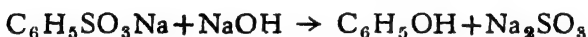
3 ফিনল (Phenol C_6H_5OH) : ফিনল শ্রেণীর আদি যৌগ— C_6H_5OH . ইহা কার্বলিক অ্যাসিড নামেও পবিচিত। ফিনল প্রধানত আলকাতরা হইতে পাতিত মাধ্যম তেলে পাওয়া যায়। ইহা কৃত্রিমভাবেও তৈরী করা যায়। বেঞ্জিনের সঙ্গে ঘন ও তপ্ত সালফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া ঘটাইয়া তৈরী করা হয় বেঞ্জিন সালফনিক অ্যাসিড (benzezene sulphonic acid) এবং ইহার ক্ষাবীয় লবণ ক্ষারেব সঙ্গে বিকৃত কবিয়া ফিনল তৈরী করা যায়। যথা :



বেঞ্জিন সালফনিক অ্যাসিড



সোডিয়াম বেঞ্জিন সালফনেট

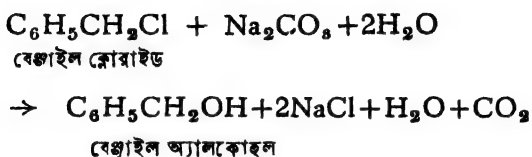
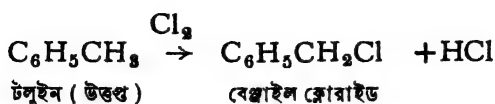


ফিনল

ফিনলের গঠন অ্যালকোহলের ন্যায়। [CH_3OH -মিথাইল অ্যালকোহল] কিন্তু ইহা একটি অ্যাসিড। ইহা বর্ণহীন দানাদার পদার্থ কিন্তু ইহা অত্যন্ত ক্ষতকারী পদার্থ। ইহা সংস্পর্শে চামড়ায় ক্ষত সৃষ্টি হয়। ফিনল বা কার্বলিক অ্যাসিড, বিস্ফোরক দ্রব্য পিকরিক অ্যাসিড, ঔষধ দ্রব্য স্ত্রানিসাইলিক অ্যাসিড, অস্ত্রাস্ত্র ঔষধ, দ্রাষ্টিক শিল্পে এবং জীবাণু নাশক পদার্থরূপে ও সাবান শিল্পে (কার্বলিক সাবান) ব্যবহৃত হয়।

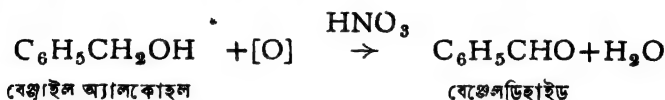
4. বেঞ্জাইল অ্যালকোহল [Benzyl alcohol— $C_6H_5CH_2OH$] : বেঞ্জাইল অ্যালকোহল টলুইন হইতে প্রস্তুত করা যায়। ক্লোরিনেব বিক্রিয়ায়

টলুইন বেঞ্জাইল ক্লোরাইডে পরিণত হয়। এই বেঞ্জাইল ক্লোরাইড তপ্ত পটাসিয়াম কার্বনেটের সঙ্গে বিক্রিয়ায় বেঞ্জাইল অ্যালকোহল গঠিত হয়। যথা :



বেঞ্জাইল অ্যালকোহল মিথাইল অ্যালকোহলের ন্যায় অ্যারোম্যাটিক অ্যালকোহল শ্রেণীর আদি যৌগ, ইহা বর্ণহীন তবল। কোন কোন ঔষধ ও রঞ্জক তৈরী করার জন্য ইহা ব্যবহৃত করা হয়।

5. বেঞ্জালডিহাইড [Benzaldehyde $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$] : ইহা তিক্ত বাদামে (bitter almond) পাওয়া যায়। বেঞ্জাইল অ্যালকোহল জারিত করিয়া এইরূপ অ্যাবোম্যাটিক অ্যালডিহাইড ও অ্যাসিড তৈরী করা যায়।

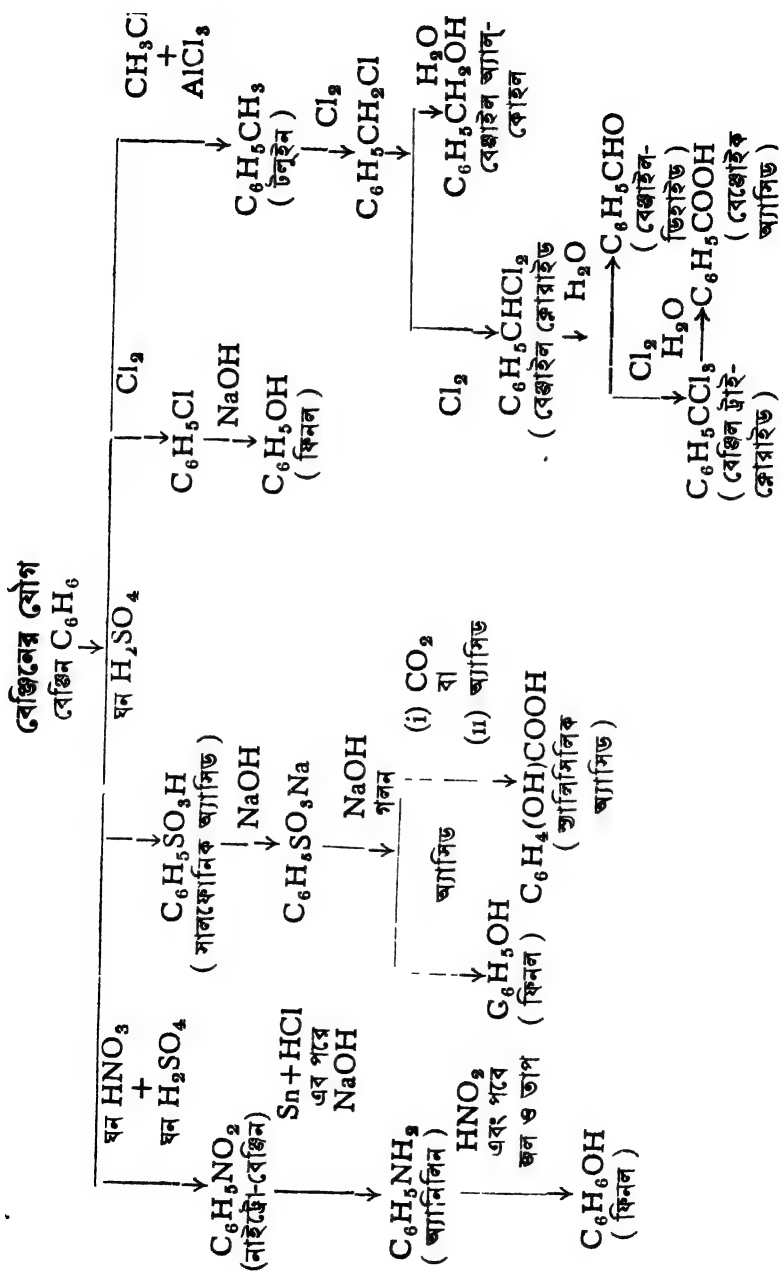


এই বর্ণহীন তবল পদার্থটি সংশ্লেষণী জৈব রসায়নের গবেষণায় এক বিশেষ প্রয়োজনীয় রাসায়নিক রূপে গণ্য। ইহা কৃত্রিম সুগন্ধী, ম্যালাকাইট গ্রীন জাতীয় বিভিন্ন রঞ্জকদ্রব্য প্রস্তুতিব জন্য ব্যবহৃত হয়।

বেঞ্জোয়িক অ্যাসিড [Benzoic acid— $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$] : অ্যারোম্যাটিক অ্যাসিডের এই আদি যৌগটি বহু আগেই বিজ্ঞানীরা আবিষ্কার করেন। কোন কোন প্রাকৃতিক রক্তনে উহা পাওয়া যায়। বেঞ্জাইল অ্যালকোহল বা অ্যালডিহাইড জারিত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়। যথা :



এই অ্যাসিড ও ইহার লবণ ঔষধ রূপে এবং রঞ্জক ও সুগন্ধী শিল্পে ব্যবহৃত হয়।



রঞ্জন ও ঔষধ (Dyes and medicines)

অ্যাবোম্যাটিক যৌগ হইতে নানারূপ কৃত্রিম রঞ্জনদ্রব্য ও ঔষধ তৈরী করা হয়। বস্তুত অধিকাংশ রঞ্জনদ্রব্য কৃত্রিম অ্যারোম্যাটিক যৌগ। এখন বসায়নাগাবেই কৃত্রিমভাবে নীল তৈরী করা হয়। ইণ্ডিগো (নীল), 'ককোবেড', অ্যালিঞ্জারিন, ইত্যাদি কৃত্রিম রঞ্জকগুলি অ্যারোম্যাটিক জাতীয় জৈব যৌগ অ্যানিলিন ও অ্যানথ্রাসিন হইতে তৈরী করা হয়।

অ্যানিলিন বিভিন্ন ধরনের কৃত্রিম সালফা-ড্রাগ তৈরী করার জন্যও ব্যবহৃত হয়। ফিনল একটি বীজাণুনাশক ঔষধ। ইহা কার্বলিক অ্যাসিড নামেও পবিচিত। সাধারণ সাবানের সঙ্গে ফিনল মিশাইয়া কার্বলিক সাবান তৈরী করা হয়। ফিনল হইতে আব একটি বীজাণুনাশক অ্যাবোম্যাটিক যৌগ তথা স্ট্রালিসাইলিক অ্যাসিড তৈরী করা যায়। বেঞ্জোইক অ্যাসিডও একটি বীজাণুনাশক তথা অ্যাক্টিসেপ্টিক পদার্থ।

Questions to be discussed

1. What is coal tar ? How is coal tar obtained ? What are the distillation products of coal tar ? How is coal tar distilled ?

2. What are the peculiarity of aromatic compounds ? Name some derivatives of benzene.

3. How is benzene obtained ? How can it be prepared synthetically ? What is the action of chlorine on benzene ?

4. What is toluene ? How is it prepared ? What are the uses of benzene and toluene ?

5. What are phenol, aniline and benzaldehyde ? Give their formulae and state their uses.

6. How benzene is obtained on a large-scale ? State peculiarities of benzene and its homologues. [H. S. 1963 (comp)]

7. What is benzene ? How is it obtained on a large scale ? Give structural formula of benzene and two of its higher homologues. State how they differ from methane and its homologue.

[H S. 1964]

আমাদের এবং অন্যান্য জীবের দেহ একটি বিচিত্র রসায়নাগার বিশেষ। প্রতিদিন আমরা যে-খাদ্য গ্রহণ করি দেহের রসায়নাগারে সেই খাদ্যদ্রব্যের মধ্যে নানারূপ রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে এবং নানা পর্যায়ে বিভিন্ন রকম জৈব পদার্থ গঠিত হয়। শেষ পর্যায়ে আমাদের খাদ্যের নিম্নরূপ পবিণতি ঘটে:

(i) খাদ্যের একাংশ কার্বন-ডাই-অক্সাইড ও জলে পরিণত হইয়া আমাদের দেহে তাপ ও শক্তি (heat and energy) সঞ্চাব করে;

(ii) একাংশ দেহ-কোষের গঠন ও পুষ্টিসাধন করে,

(iii) একাংশ দেহে চর্বিরূপে (fat) সঞ্চিত হইয়া প্রয়োজন অনুযায়ী দেহ হইতেই দেহের খাদ্য সর্ববরাহ করে, এবং

(vi) অবশিষ্টাংশ খাদ্য অসার ও অপ্রয়োজনীয় পদার্থ হিসাবে মল-মূত্র ও ঘর্মরূপে দেহে বসায়নাগার হইতে নিষ্কাশিত হইয়া যায়।

সুতরাং বলা যায় যে—প্রথমত তাপ ও শক্তি সৃষ্টিব জন্ত, দ্বিতীয়ত দেহের গঠন অর্থাৎ পুষ্টিসাধনেব জন্ত এবং তৃতীয়ত, অবিরাম ব্যবহারের ফলে দেহের ঘে ক্ষয়-ক্ষতি হয় তাহা পবিপূরণ বা মেরামত করার জন্ত আমাদের খাদ্যের প্রয়োজন।

প্রাণীর শ্রায় বানবাহন এবং কলকারখানার ইঞ্জিনেরও খাদ্যেব প্রয়োজন। কয়লা ও তেল ইঞ্জিনের খাদ্য। কিন্তু কয়লা ও তেল শুধু তাপ ও শক্তি সঞ্চাব করে। কয়লা বা তেল হইতে প্রাণীর শ্রায় ইঞ্জিন পুষ্টিবর্ধন বা যন্ত্রের ক্ষয়-ক্ষতিব মেরামতের কাজ কবিতে পারে না।

প্রয়োজনীয় খাদ্যের শ্রেণী-বিভাগ

প্রাণীর খাদ্যদ্রব্যেব মূল পদার্থরূপে কয়েকটি বিশেষ শ্রেণীর জৈব পদার্থের তথা যোগের প্রয়োজন।

1. তাপ ও শক্তি সঞ্চাবী খাদ্যরূপে—(i) কার্বোহাইড্রেট (Carbohydrate) এবং (ii) স্নেহ পদার্থ বা ফ্যাট (fat)।

2. দেহবর্ধক, পুষ্টিকারক ও ক্ষতিপূরক খাদ্যরূপে—(iii) প্রোটিন (Protein) এবং (iv) খনিজ লবণ (Mineral salt) ।

3. দেহ সংরক্ষণের সহায়ক খাদ্যরূপে—(v) ভিটামিন (Vitamin.) ।

4. রাসায়নিক প্রক্রিয়ার সহায়ক খাদ্য—(iv) জল এবং (vii) অক্সিজেন ।

এইরূপে বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগের মধ্যে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটই মূল খাদ্য পদার্থ ।

উদ্ভিদের দেহ বস্তু ও পুষ্টিব জগৎও এরূপ বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগ জাতীয় খাদ্যদ্রব্যের প্রয়োজন । কিন্তু উদ্ভিদ বায়ু হইতে কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং মাটি হইতে জল ও খনিজ সার গ্রহণ করিয়া এবং সব অজৈব যৌগের পদার্থকে এক বিস্ময়কর প্রণালীতে নিজের দেহের রাসায়নাগারের মধ্যেই কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটরূপে সংশ্লেষিত (synthesize) করিতেই সক্ষম হয় । কিন্তু প্রাণী উদ্ভিদের ত্রায় অজৈব পদার্থ হইতে একপভাবে প্রয়োজনীয় জৈব যৌগিক পদার্থ সংশ্লেষণ করিতে পাবে না । প্রাণীকে তাই জৈব যৌগরূপে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাট প্রতিদিন আহাৰ্য দ্রব্যের সঙ্গে গ্রহণ করিতে হয় ।

বিভিন্ন শ্রেণীর জৈব যৌগের খাদ্য-মূল্য (Food value)

1. কার্বোহাইড্রেট : বিভিন্ন শ্রেণীর চিনি, স্টার্চ, ও সেলুলুজ কার্বো-হাইড্রেট নামে পরিচিত । চাল, ডাল, গম, ভুট্টা, বাজরা, আলু, সাগু, বালি ইত্যাদি আহাৰ্য দ্রব্যগুলি প্রধানত কার্বোহাইড্রেট । ইহাদের মধ্যে স্বল্প পরিমাণে স্নেহ-পদার্থ বা ফ্যাট এবং প্রোটিনও থাকে । চাউলে স্টার্চের পৰিমাণ 76 %, ময়দায় 76 %, সাগুতে 79 % এবং আলুতে 18 % । চিনি ও স্টার্চ জাতীয় কার্বোহাইড্রেট দেহের অভ্যন্তরে আর্জি-বিশ্লেষিত হইয়া গ্লুকোজে পরিণত হয় । এই গ্লুকোজ বিশ্লিষ্ট হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জল (CO_2 ও H_2O) তৈরী হয় এবং সেই সঙ্গে স্রষ্টি হয় প্রচুর তাপ-শক্তি । কার্বো-হাইড্রেটের সেলুলুজে (আশালা নামের অংশের) কোনো খাদ্য-মূল্য নাই । ইহা খাদ্যের ওজন বৃদ্ধি করে, অন্ননালী ও পাকাশয়ে খাদ্য চলাচলের সহায়তা করিয়া মলের কঠিনাকৃতি গঠনে সাহায্য করে । স্টার্চ ও চিনি

আংশিকভাবে স্নেহ-পদার্থও তৈরী করে। কিন্তু ইহাদের প্রধান কাজ দেহের তাপ ও শক্তি সঞ্চার করা।

2. স্নেহ-পদার্থ বা ফ্যাট : স্নেহ-পদার্থ ফ্যাট অ্যাসিড ও গ্লিসারলের এস্টার-জাতীয় যৌগিক পদার্থ। স্নেহ-পদার্থের মধ্যে তেল, ঘি, মাখন, বনশ্শতি, নারিকেল তেল, চিনাবাদামের তেল, সরিষার তেল, কডলিভার তেল, জৈব চর্বি ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য। স্নেহ-পদার্থ তাপ সৃষ্টি করে এবং সংরক্ষিত খাদ্যরূপে দেহে সঞ্চিত থাকে। খাদ্যের অভাব ঘটিলে অর্থাৎ অনশনে বা অর্ধাশনে প্রাণী নিজেব দেহের চর্বি বা স্নেহ-পদার্থকেই খাদ্যরূপে গ্রহণ করে।

3. প্রোটিন : প্রোটিন কার্বন, হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, ও নাইট্রোজেনের এক বিশেষ ধরনের জটিল যৌগ। কোন কোন প্রোটিন অণুর আণবিক ওজন 1000 হইতে পারে। প্রোটিন বিভিন্ন প্রকারের। আমরা প্রাণী বা উদ্ভিদ হইতে প্রোটিন খাদ্যরূপে গ্রহণ করি। প্রাণীজ প্রোটিন উদ্ভিজ্জ-প্রোটিনের চেয়ে সহজ-পাচ্য। প্রোটিন দেহাভ্যন্তরে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়। এক শ্রেণীর জৈব অ্যাসিড গঠন করে—যাহাদের নাম অ্যামিনো অ্যাসিড। এই অ্যামিনো অ্যাসিডগুলি প্রধান কাজ প্রাণী-দেহের কোষ গঠন ও পুষ্টিসাধন। মাছ, মাংস, ডিম, দুধ, ছানা ইত্যাদি দ্রব্যগুলিতে প্রধান প্রাণীজ প্রোটিন এবং মন্থব, মৃগ, ছোলা, কলা, বাদাম ইত্যাদি বস্তুতে উদ্ভিজ্জ প্রোটিন পাওয়া যায়। আলুতে 2%, কলাতে 1.5%, দুধে 3%, পাউরুটিতে 6.5% এবং মাখনে 0.75% প্রোটিন পাওয়া যায়। মাংসে প্রোটিন থাকে প্রায় 20% এবং মাছে 21%।

4. খনিজ পদার্থ : মানুষের দেহের প্রায় 4% অংশ খনিজ পদার্থ দ্বারা গঠিত। খনিজ পদার্থগুলির মধ্যে ক্যালসিয়াম, ফসফরাস, আয়রন, আয়োডিন, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, সালফার, সিলিকন, ক্লোরিন ও ফ্লোরিন ইত্যাদি মৌলিক পদার্থগুলি প্রধান। লবণ ছাড়া অপরাপর প্রায় সমস্ত খনিজ পদার্থ জৈবযৌগের আণবিক অংশরূপে আহাৰের সঙ্গে আমরা গ্রহণ করি।

(i) ক্যালসিয়াম—প্রাণী দেহের অস্থির 60% অংশের উপাদান ক্যালসিয়াম। রক্তে ক্যালসিয়াম থাকতে রক্তপাত ঘটিলে উহা জমাট বাঁধে। রক্তে ক্যালসিয়াম ও সোডিয়ামের অল্পপাত দ্বারা হৃদযন্ত্রের ক্রিয়া নিয়ন্ত্রিত হয়। দুধ, মাছ, ডিম,

আলু শাকসব্জি, কপি, গাজর, পান ইত্যাদি হইতে আমরা ক্যালসিয়াম পাই।

(ii) ফলফরাল—অম্লি এবং মস্তিষ্ক, স্নায়ু ও দেহকোষ গঠনের উপাদান। দুধ, ডিম, মাছ, মাংস, বাদাম, কডাই ও টি, ইত্যাদিতে ফলফরাস বর্তমান।

(iii) আয়োডিন—অল্প পরিমাণ প্রয়োজন, কিন্তু থাইরয়েড গ্রন্থিতে আয়োডিনের অভাব ঘটিলে গলগণ্ড রোগ হয় এবং থাইরয়েড গ্রন্থি অস্থস্থ হইলে মানসিক বিকৃতিও ঘটিতে পারে। হিমালয় অঞ্চলের খাণ্ডে আয়োডিনের অভাব আছে বলিয়া সেই অঞ্চলের পাহাড়ীদের মধ্যে গলগণ্ড রোগের প্রাদুর্ভাব ঘটে। কডলিভার তেল, সামুদ্রিক মাছ, বনুন, শালগম ইত্যাদির মধ্যে এবং সাধারণ লবণের সঙ্গেও আয়োডিন থাকে।

(iv) লোহা—বক্তের হিমোগ্লোবিন কণিকাব সঙ্গে সংযুক্ত থাকে। রক্ত-শ্রোতের এই হিমোগ্লোবিন কণিকাব জন্তই দেহের জারণ ক্রিয়া সম্ভব হয়। লোহার অভাব ঘটিলে বক্ত-স্বল্পতা ঘটে এবং দেহে জারণ-ক্রিয়ার গুরুতর ক্ষতি হইয়া দেহ জীর্ণ হইয়া যায়। ডিম, বাদাম, কোকো, ডুমুর, নারিকেল, সবুজ সব্জি ইত্যাদি হইতে আমরা খাণ্ডের সঙ্গে লোহা সংগ্রহ করি।

(v) সাধারণ লবণ—আমরা যথেষ্ট পরিমাণে অজৈব লবণ খাদ্য পদার্থরূপে গ্রহণ করি। দুধ, নারিকেল, ডাল, সব্জি ইত্যাদিতেও সাধারণ লবণ (NaCl) থাকে। আমাদের গ্যাস্ট্রিক বেসের হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এই সাধারণ লবণ হইতে উৎপন্ন হয়। ঘর্মরূপে প্রচুর সাধারণ লবণ দেহ হইতে নির্গত হইয়া যায় বলিয়া গ্রীষ্মপ্রধান দেশেব খাণ্ডে লবণ বেশি পরিমাণে প্রয়োজন।

5. ভিটামিন : 1498 খ্রীষ্টাব্দে উল্লেখ্য অস্তবীপ ঘুরিয়া ভাস্কো-ডা-গামা যখন ভারতে পৌছেন তখন দেখা যায় তাঁহাব 160 জন নাবিকের মধ্যে 60 জন নাবিকের স্কার্ভী নামক রোগে মৃত্যু ঘটিয়াছে। নাবিকদের পূর্বে বিশেষভাবে স্কার্ভী রোগে মৃত্যু ঘটত। 1912 খ্রীষ্টাব্দের পর ভিটামিন আবিষ্কারের ফলে জানা যায় যে, ভিটামিনের অভাবেই স্কার্ভী রোগের আক্রমণ ঘটে। বর্তমানে নাবিকদের ভিটামিন-সমৃদ্ধ শাকসব্জি ও টাটকা ফল সরবরাহ করিয়া স্কার্ভী রোগ হইতে রক্ষা করা সম্ভব হইয়াছে।

ভিটামিনের কোন খাদ্যমূল্য নাই। কিন্তু আমাদের দেহের পুষ্টিসাধনের প্রভাবকরূপে এবং দেহকে রোগ-ব্যাধির হাত হইতে রক্ষা করার প্রয়োজনে ভিটামিন নামক পদার্থ একান্ত অপরিহার্য।

কয়েকটি ভিটামিন এখন আমাদের সুপরিচিত। এই ভিটামিনগুলি বিভিন্ন ভৈষ্য বোগ।

(i) **ভিটামিন-এ**—ইহা দেহের পুষ্টিসাধনে এবং রোগ-ব্যাধির হাত হইতে-দেহরক্ষায় সহায়তা করে। এই ভিটামিনের অভাব ঘটিলে চক্ষুরোগ, পাইওরিয়া, চর্মরোগ এমন কি ক্ষয়রোগ ও অল্পপ্রদাহের প্রাদুর্ভাব ঘটিতে পারে। মাখন, ডিমের হলুদ অংশ, কড মাছের তেল, হাঙ্গর-তেল, চিতল ও ঝই এবং ইলিশ মাছের তেল, টাকটা শাকসব্জি, বাঁধা কপি, পালাং, টম্যাটো, বেগুন, গাজর ইত্যাদিতে ভিটামিন-এ পাওয়া যায়। **ক্যারোটিন** নামক এক প্রকার পদার্থ এই ভিটামিনের অভাব পূরণ করিতে পারে।

(ii) **ভিটামিন-বি**—ইহা দেহকে পুষ্ট করে ও সতেজ রাখে। ইহার অভাবে বেবিবেবি বোগ হয়। আঁকাড়া-চাল, অঙ্কুরিত গম, মাছ, ডাল ও শাকসব্জিতে এই ভিটামিন পাওয়া যায়। চাল বেশী ধুইলে বা ভাতের ফেন ফেলিয়া দিলে ভাতে ভিটামিন বি'র অভাব ঘটে।

(iii) **ভিটামিন-সি**—ইহাব অভাব স্কার্ভী বোগের কারণ। দাঁতের গোড়া ফোলা, মাথাধরা, রক্তপাত, খিচুনি ইত্যাদি এই রোগের লক্ষণ। লেবু, টম্যাটো, পালাংশাক, অঙ্কুরিত মুগ ও ছোলা, আমলকী ইত্যাদিতে ভিটামিন-সি পাওয়া যায়।

(iv) **ভিটামিন-ডি**—ইহা দেহের পুষ্টিসাধন ও অস্থিগঠনের সহায়ক। ইহার অভাবে অস্থি গঠনে বিঘ্ন ঘটে এবং রিকেট রোগ দেখা দেয়। কডলিভার ও হাঙ্গর লিভাব এবং করাত মাছের লিভারের তেলে এই ভিটামিন পাওয়া যায়। সূর্যালোকের আলট্রা-ভায়লেট বর্ণি চামড়ার উপরে পড়িলে ভিটামিন-ডি তৈরী হয়। এজন্য শিশুদের পক্ষে রৌদ্র-সেবন বিশেষ উপকারী।

(v) **ভিটামিন-ই**—এই ভিটামিনের অভাবে জীবের প্রজনন ক্ষমতা ক্ষুণ্ণ হয়। দুধ, মাংস ও শাকসব্জিতে ভিটামিন-ই পাওয়া যায়।

(vi) **ভিটামিন-জি**—ইহা দেহে পুষ্টিসাধনে সহায়তা করে। দুধ, ডিম, শাকসব্জিতে ইহা পাওয়া যায়।

(vii) **ভিটামিন-কে**—ইহা রক্তপাত ঘটিলে রক্ত জমাইয়া রক্তক্ষরণ বন্ধ করে। শাকসব্জি ইহার আধার।

বিভিন্ন খাদ্যজৈব্যে ভিটামিন

এখানে কয়েকটি প্রধান খাদ্যের ভিটামিন-মূল্য দেখানো হইল। সংকেত-গুলির অর্থ এইরূপ :

	+	আছে		
	++	মাঝারি পরিমাণ		
	+++	যথেষ্ট		
	—	নাই বলিলেও চলে		
	এ-ভিটামিন	বি-১ ভিটামিন	সি-ভিটামিন	বি-২ ভিটামিন
চাল (পালিশ করা)	—	—	—	—
চাল (কলে ছাঁটা)	+	++	—	+
আটা	+	+++	—	+
মুগ	+	++	—	+.+
মসুর	++	++	—	+++
দুধ	+++	+	++	+++
নিভার	+++	+	+	+++
কডলিভার তেল	+++	—	—	++
ডিম	+++	+	—	+++
মাছ	+	+	—	+
মাংস	+	+	—	+
কমলালেবু	—	+	+++	+
টম্যাটো	+	+	+++	+
আলু (সিদ্ধ)	++	++	++	+
লেবু	—	+	+++	+
আপেল	+	+	++	++
অঙ্কুরিত মুগ ও ছোলা	+	++	+	+
আম	+++	++	+++	++
কুমড়া	++	+	+	—
গুড়	+	—	—	—
চিনি	—	—	—	—
নারিকেল	+	++	—	++
কলা	+	++	++	++
পালং শাক	+++	+	++	++
আলাড (লেটুস শাক)	+	++	++	++
পেঁয়াজ	—	+	++	+
গাজর	+++	++	++	++

6. জল ও অক্সিজেন : আমাদের দেহের প্রায় 60 % অংশ জল দ্বারা গঠিত। খাদ্য, লবণ ও ভিটামিনকে সমস্ত দেহে সঞ্চালিত করিতে এবং বিক্রিয়া

ঘটাইতে জল সহায়তা করে। জল সমস্ত দেহকে বিধৌত করিয়া বহু দূষিত পদার্থ বাহ্য ও মূত্রের সঙ্গে দেহ হইতে নির্গত করিয়া দেয়। বায়ুর অক্সিজেন রক্তে সঞ্চারিত হইয়া আমাদের দেহে জীবন ক্রিয়ায় সহায়তা করে এবং বহু দূষিত গ্যাস নিঃশ্বাসরূপে দেহ হইতে নির্গত করিয়া দেয়।

আমাদের কয়েকটি প্রধান খাদ্যের কার্বোহাইড্রেট, ফ্যাট ও প্রোটিনের শতকরা পরিমাণ এবং উহাদের শক্তি যোগাইবার ক্ষমতা নিয়ে দেওয়া হইল।

খাদ্য	কার্বোহাইড্রেট	ফ্যাট	প্রোটিন	শক্তি	CaP	Fe mg/100 g	ক্যালোরী মূল্য	ক্যালোরী	প্রতি 100 গ্রাম
কলে ছাঁটা সিদ্ধ চাল	79.1	0.4	6.0	0.8	.01	.15	2.2	346	
গম (আটা)	72.2	1.7	12.1	1.8	.04	.32	7.2	353	
ডাল মন্ডর (lentil)	59.7	.7	25.1	4	.13	.25	2	346	
মুগ	56.6	1.1	19.7	4.5	.07	.3	4.4	315	
আলু (74% জল)	22.9	.1	1.6	.6	.01	.03	.7	99	
বেগুন (92% জল)	6.4	.3	1.3	.5	.02	.06	1.3	34	
মিঠা আলু (68% জল)	34	3	1.2	1	.02	.05	.8	132	
কাঁচা কলা (83% জল)	14.7	.2	1.4	.5	.01	.02	.6	66	
কুমড়া (92% জল)	5.3	.1	1.3	.6	.01	.03	.7	28	
কুলকপি (89% জল)	5.3	.4	3.5	1.4	.03	.06	1.3	33	
বাঁধাকপি (90% জল)	6.3	.1	1.8	.6	.03	.85	.8	36	
পেঁয়াজ (84% জল)	13.2	.1	1.8	.6	.04	.06	1.2	61	
টম্যাটো (92% জল)	4.5	.1	1.9	.7	.12	.04	2.4	27	
নারিকেল (36.3% জল)	1.3	41	4.5	1	.01	.24	1.7	444	
বাদাম (5% জল)	105	58.9	20.8	2.9	.23	.49	3.5	655	
কলা (পাকা 61% জল)	39.4	.2	1.3	.7	.01	.05	.4	153	
আপেল (86% জল)	13.4	.1	3	.3	.01	.02	1.7	56	
লেবু (85% জল)	11.1	.9	.1	.3	.07	.10	2.3	57	
কমলা লেবু (87% জল)	10.6	.3	.9	.4	.05	.02	.1	49	
পাকা আম (86% জল)	11.8	.1	.6	.3	.10	.02	.3	50	
হাঁসের ডিম (71% জল)	0.7	13.7	13.5	.1	.07	.26	.3	180	
পাঁঠার মাংস (71% জল)	0.5	13.3	18.5	1.3	.15	.15	3.5	194	
মাকারি মাছ (78% জল)	0.2	1.6	21.5	0.2	.06	.41	2.3	100	
মুরগীর মাংস (72% জল)	0.3	.6	25.6	1.3	.03	.25	—	109	
গরুর দুধ (87.6% জল)	4.8	3.6	3.3	0.7	.12	.09	0.2	65	
মহিষের দুধ (81% জল)	5.1	8.8	4.3	.8	.21	1.3	0.2	117	

100 গ্রাম = 3.5 আউন্স

সুস্বাদু বা ব্যালেন্সড ডায়েট (Balanced diet)

মাছঘের দেহ গড় হিসাবে নিম্নলিখিত মৌলিক পদার্থ দ্বারা গঠিত :

অক্সিজেন—65 %	ফসফরাস—1 %
কার্বন—18 %	পটাশিয়াম—0.35 %
হাইড্রোজেন—10 %	সালফার—0.25 %
নাইট্রোজেন—3 %	সোডিয়াম—0.15 %
ক্যালসিয়াম—1.5 %	ক্লোরিন—0.15 %

লৌহ, ম্যাগনেসিয়াম, আয়োডিন, সিলিকিন ইত্যাদি—1.6 % ,

এই সমস্ত মৌলগুলি বিভিন্ন জৈবযোগ্যরূপে মানবদেহে সংগঠিত থাকে। আমাদের দেহে এই সমস্ত জৈবযোগ্য গঠিত হয় কার্বোহাইড্রেট, স্নেহ-পদার্থ ও প্রোটিন জাতীয় পদার্থ হইতে উপাদান সংগ্রহ করিয়া।

কোন খাদ্যের মূল্য নির্ধারণ করা হয় সেই খাদ্যের তাপ সৃষ্টি করিবার ক্ষমতা দ্বারা। খাদ্যত্রয়ের ওজন মাপা হয় পাউণ্ড বা কিলো হিসাবে, সেরূপ খাদ্য কত পরিমাণ তাপ সৃষ্টি করিতে সক্ষম সেই তাপমাত্রা মাপা হয় ক্যালোরী রূপে। তাপ-বিজ্ঞানে যে-মাত্রায় ক্যালোরীর হিসাব নির্ধারিত হয় খাদ্য-বিজ্ঞানে সেই ক্যালোরীর মাত্রা 1000 গুণ বেশি।

খাদ্যেব গুরুত্ব খাদ্যের ওজনের উপর নির্ভর কবে না, নির্ভর করে তাপ সৃষ্টি করার ক্ষমতার উপর। তাই, খাদ্যের মাত্রা মাপা হয় ক্যালোরী রূপে। খাদ্যের পরিমাণ বয়স ও বৃত্তির উপরে নির্ভর কবে। কোন বৃত্তির লোকেব জন্ম কত পরিমাণ ক্যালোরী তথা, তাপ-সৃষ্টিকারী খাদ্যের প্রয়োজন তাহার তালিকা হইতে দেখা যায় :

(i) পুরুষ : 120 পাউণ্ড ওজন :

লঘু শ্রম	মধ্যম শ্রম	কঠোর শ্রম
2400	3000	3600

(ii) নারী : 100 পাউণ্ড ওজন :

লঘু শ্রম	মধ্যম শ্রম	কঠোর শ্রম
2100	2500	3000

(iii) বালক : 12 হইতে 15 বৎসর বয়স : 2400

তরুণ : 15 হইতে 21 বৎসর বয়স : 2400

বিভিন্ন শ্রেণী খাদ্যত্রব্য বিশ্লেষণে দেখা যায় কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও ফ্যাটের তাপ উৎপাদনের আত্মপাতিক ক্ষমতা যথাক্রমে—4, 4, 9 , অর্থাৎ

ক্যাটের ক্যালোরী-মূল্য কার্বোহাইড্রেট ও প্রোটিনের প্রায় দ্বিগুণ। এই-হিসাবে একজন পূর্ণবয়স্ক ব্যক্তির জন্য 2700—2800 ক্যালোরী-মূল্য অল্পব্যয়ী দৈনিক খাদ্যের প্রয়োজন। যথা :

কার্বোহাইড্রেট—	350 গ্রাম
প্রোটিন—	65 গ্রাম
স্নেহ পদার্থ—	60 গ্রাম

বিভিন্ন আহাৰ্য দ্রব্যের মধ্যে কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও স্নেহ-পদার্থের পরিমাণ বিভিন্ন। তাই, বিভিন্ন আহাৰ্য দ্রব্য এমনভাবে এবং এমন পরিমাণে মিশ্রিত কবিয়া খাওয়ার তালিকা তৈরী করা প্রয়োজন যাহাতে সেই আহাৰ্য হইতে প্রয়োজনীয় কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও স্নেহ-পদার্থ, খনিজ দ্রব্য ও ভিটামিন পাওয়া যায়।

প্রয়োজনীয় কার্বোহাইড্রেট, প্রোটিন ও স্নেহ-পদার্থ এবং খনিজ পদার্থ ও ভিটামিন সরবরাহকারী মিশ্রিত আহাৰ্য দ্রব্যকেই সুখম খাদ্য বা ব্যালেন্সড ডায়েট বলা হয়।

সুখম খাদ্যের কোন সুনির্দিষ্ট তালিকা রচনা করা সম্ভব নয়। এইরূপ তালিকা বিভিন্ন দেশের খাদ্যেব রুচি ও খাদ্য দ্রব্যের উপর নির্ভর করে। **কুন্সুর জাশজাল ল্যাবরেটরী** হইতে প্রকাশিত **সুখম খাদ্য** তালিকার সূচী নিম্নরূপ :

খাদ্যশস্য	14 আউন্স	দুধ	10 আউন্স
ডাল	3 আউন্স	চিনি ও গুড়	2 আউন্স
শাকসব্জি	4 আউন্স	বনস্পতি, ঘি	
মূলজাতীয় সব্জি	3 আউন্স	মাখন ইত্যাদি	2 আউন্স
অগ্ন্যাগ্ন সব্জি	3 আউন্স	মাছ ও মাংস	3 আউন্স
ফল	3 আউন্স	ডিম	একটি

এরূপ সুখম খাদ্য সাধাবণের পক্ষে সংগ্রহ করা সম্ভব নয়। মধ্যবিত্ত বাঙালীর পক্ষে গড়-খাদ্যতালিকা নিম্নরূপ :

কলে ছাঁটা চাল	10 আউন্স	ঘি	1 আউন্স
ডাল	3 আউন্স	দুধ	8 আউন্স
তরকারী	6 আউন্স	চিনি	3 আউন্স
শাকসব্জি	4 আউন্স	মাছ	2 আউন্স
তেল	2 আউন্স	লবণ, মসলা ইত্যাদি।	

এই খাদ্যসমূহের তাপ-মূল্য 2650 ক্যালোরী

খাদ্যের পচন (Digestion of food)

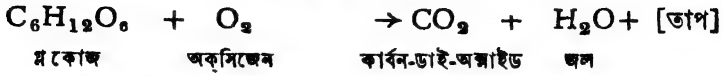
আমবা যে সমস্ত খাদ্যদ্রব্য গ্রহণ করি উহা এনজাইম নামেব একপ্রকার জৈব অনুঘটক দ্বারা বিশ্লেষিত হয়। এই বিশ্লেষিত খাদ্যদ্রব্য দেহবস্ত্র হইতে নিঃসৃত বিভিন্ন অ্যাসিড ও ক্ষারকীয় পদার্থেব জারণ-ক্রিয়ায় রূপান্তরিত হইয়া যায় এবং শেষ পর্যন্ত অংশত কার্বন ডাই-অক্সাইড ও জলরূপে জারিত হইয়া দেহে তাপ ও শক্তি সৃষ্টি করে, অংশত দেহকোষেব গঠন ও পুষ্টিসাধন করে, অংশত স্নেহ-পদার্থরূপে দেহে সঞ্চিত থাকে এবং অবশিষ্টাংশ অপ্রয়োজনীয় পদার্থ হিসাবে মূত্র ও ঘর্মরূপে দেহ হইতে নির্গত হইয়া যায়।

খাদ্য গ্রহণ ও চর্বনের সঙ্গে সঙ্গে মুখে ক্ষারধর্মী লালা বা স্যালাইভা (saliva) নিঃসৃত হইয়া খাদ্যদ্রব্য আর্দ্র বিশ্লেষিত করে এবং এনজাইমের সহায়তায় আংশিক ভাবে মলটোজ নামেব চিনিতে পরিণত কবে। অন্ননালী দ্বারা মুখের শক্ত খাদ্য পাকস্থলীতে প্রবেশ কবে। পাকস্থলীেব পেশী সংকোচনেব ফলে গ্যাস্ট্রিক রস (gastric juice) নির্গত হয়। এই গ্যাস্ট্রিক রসে 0.4—0.5% HCl এবং এক বিশেষ ধরনেব এনজাইম থাকে। চব্বিশ ঘণ্টায় প্রায় $2\frac{1}{2}$ পাউণ্ড গ্যাস্ট্রিক রস সঞ্চিত হয়। এখানে প্রোটিন আর্দ্র বিশ্লেষিত হইয়া পেপটোন (peptone) নামক পদার্থে এবং অম্লানু সরল যোগে পবিণত হয়। স্টার্চ জাতীয় পদার্থও আংশিকভাবে মলটোজে পরিণত হয়।

পাকস্থলীেব অর্ধ-তরল ও অর্ধ-জীর্ণ খাদ্য ক্রমশ নিচেব দিকে নামিয়া ক্ষুদ্র অস্ত্রে স্থানলাভ কবে। এখানে কাবোহাইড্রেট ও প্রোটিন এবং স্নেহ পদার্থ গল স্লাডার হইতে প্রচুর পবিমাণে ক্ষবিত পিষ্ট রস (bile), অগ্ন্যাশয় বা প্যানক্রিয়াস হইতে নিঃসৃত অগ্ন্যাশয় রস এবং ক্ষুদ্র-অস্ত্রেব ঝিল্লী হইতে নির্গত রস দ্বারা বিরূত হয়। এই রসগুলি ক্ষারধর্মী এবং গ্যাস্ট্রিক রস হইতে নির্গত অ্যাসিডকে প্রশমিত করিয়া দেয়। এই রসগুলি বিভিন্ন এনজাইমের সাহায্যে (i) স্টার্চকে মলটোজ চিনিতে এবং মলটোজকে গ্লুকোজে, (ii) প্রোটিনকে বিভিন্ন অ্যামিনো অ্যাসিডে এবং (iii) স্নেহ পদার্থকে বিভিন্ন ফ্যাটি অ্যাসিডে ও গ্লিসারল অ্যালকোহলে পরিণত কবে। অবশিষ্ট অপ্রয়োজনীয় জীর্ণ খাদ্য বৃহৎ-অস্ত্রে প্রবেশ করে এবং মলরূপে নির্গত হইয়া যায়।

ক্ষুদ্র অস্ত্রে যে গ্লুকোজ তৈরী হয় তাহা লিভারে সঞ্চিত হইয়া গ্লাইকোজেন নামে প্রাণীজ স্টার্চে পরিণত হয় এবং লিভারে সঞ্চিত থাকে। প্রয়োজন

অনুযায়ী এই গ্রাইকোজেন বিভিন্ন মাংসপেশীতে সঞ্চারিত হয় এবং পুনরায় গ্লুকোজে পরিণত হইয়া অন্তিম পর্যায়ে রক্তের অক্সিজেনের সঙ্গে মিলিত CO_2 ও H_2O অণুতে পরিণত হইয়া তাপ সৃষ্টি করে। যথা :



ক্যাটি অ্যাসিড পুনরায় চর্বিতে পরিণত হইয়া স্বক্বেব নীচে সঞ্চিত থাকে এবং দেহে খাদ্যের অভাব ঘটিলে দেহ এই চর্বি খাদ্যরূপে গ্রহণ করে। অ্যামিনো অ্যাসিড দেহকোষ পুষ্টি ও বর্ধিত করে। অতিবিক্ত অ্যামিনো অ্যাসিড লিভারে স্থান লাভ করিয়া গ্লুকোজে পরিণত হয় এবং রক্তের মাধ্যমে এই গ্লুকোজ তাপ ও শক্তি সৃষ্টি করাব জন্ত মাংসপেশীকে গ্লুকোজ সরবরাহ করে। বস্তুত লিভার বক্ত্রোশোতে গ্লুকোজের সরবরাহ নিয়ন্ত্রিত কবিয়া শরীরের শোধন-গারের কাজ করে।

এইভাবে খাদ্য আমাদের পাকাশয়ে দেহের তাপসঞ্চার ও পুষ্টিসাধনের কাজ সম্পন্ন করে।

Questions to be discussed

1. What is balanced diet ? What are the functions of diet ? What are the essential classifications of food ?
2. What are the functions of carbohydrate, protein, fat and mineral salts ? How do vitamins help maintaining our health ?
3. What is vitamin ? What are their functions ? Name a few vitamins and their specific functions.
4. Give a simple description of the process of digestion of food in human stomach.

মৌলিক পদার্থের পর্যায় সারণী বা পিরিয়ডিক টেবল (Periodic classification or Table of Elements)

ইতিহাস : প্রাকৃতিক ও কৃত্রিম মৌলসহ মোট মৌলিক পদার্থের সংখ্যা বর্তমানে প্রায় এক শ' তিনটি (103)। যে সময়ে মাত্র পঞ্চাটির মত মৌলিক পদার্থ আবিষ্কৃত হয় সে সময় হইতেই বিজ্ঞানীদের মনে প্রশ্ন উঠে,—মৌলিক পদার্থগুলিকে কি কোন বিশেষ সূত্র বা পদ্ধতি অনুযায়ী বিভিন্ন সমধর্মী শ্রেণীতে শৃঙ্খলাবদ্ধ করিয়া কোন টেবল বা চার্টরূপে সাজান যায় না ?

এরূপ উদ্দেশ্যে মৌলিক পদার্থগুলিকে ধাতু ও অধাতু তথা মেটাল ও নন-মেটালরূপে (metal and non-metal) দুইটি শ্রেণীতে ভাগ করার চেষ্টা হয়। কিন্তু দেখা যায় যে মৌলিক পদার্থের ধাতব ও অধাতব ধর্ম স্থল্পষ্ট নয় বলিয়া এরূপ শ্রেণীভাগও সম্পূর্ণ এবং স্থনির্দিষ্ট হয় না।

সমধর্মী মৌলিক পদার্থগুলিকে শ্রেণীবদ্ধ করার সূত্র আবিষ্কারে 1817 সালে প্রথম চেষ্টা করেন জার্মান বিজ্ঞানী ডোবেরিনার (Dobereiner)। তিনি লক্ষ্য করেন যে, যে-কোন সমধর্মী তিনটি মৌলিক পদার্থের নিম্নতর ও উচ্চতর পারমাণবিক ওজনের মৌল দুইটির ওজন যোগ করিয়া দুই সংখ্যা দ্বারা ভাগ করিলে যে মধ্যসংখ্যা পাওয়া যায় তাহা মধ্যবর্তী মৌলের পারমাণবিক ওজনের প্রায় সমান। তিনি এই সূত্রটিকে নাম দেন ত্রয়ীসূত্র বা ল অব ট্রায়্যাডস (Law of Triads)। এই সূত্র অনুযায়ী উদাহরণস্বরূপ বলা যায় যে সমধর্মী ক্লোরিন, ব্রোমিন ও আইয়োডিনের গ্রাফ তিনটি মৌলের প্রথম ও তৃতীয় মৌলের পারমাণবিক ওজনের যোগফলকে দুই দিয়া ভাগ করিলে যে সংখ্যা পাওয়া যায় তাহা ব্রোমিনের পারমাণবিক ওজনের প্রায় সমান। ত্রয়ী মৌল লিথিয়াম, সোডিয়াম ও পটাশিয়ামের ক্ষেত্রেও এই নীতি প্রযোজ্য। যথা :

$$\text{Cl} - 35.5, \text{Br} - 80, \text{I} - 127, \quad \frac{\text{Cl}_{35.5} + \text{I}_{127}}{2} = 81 \quad (\text{Br} = 80)$$

$$\text{Li} - 6.94, \text{Na} - 23, \text{K} - 39.1; \quad \frac{\text{Li}_{6.94} + \text{K}_{39.1}}{2} = 22.92 \quad (\text{Na} = 23)$$

ক্যালসিয়াম, স্ট্রনশিয়াম ও বেরিয়াম ত্রয়ী-মৌলের পক্ষেও এই ত্রয়ী সূত্র প্রয়োগ করা যায়। কিন্তু এই সূত্র সমস্ত মৌলিক পদার্থের ক্ষেত্রে সাধাবর্ণভাবে প্রযোজ্য নয় বলিয়া ইহা মৌলিক পদার্থগুলিকে শ্রেণীবদ্ধ করার পক্ষে সন্তোষজনক সূত্র নয়।

মৌলিক পদার্থগুলিকে সমধর্মী মৌলে শ্রেণীবদ্ধ করার উদ্দেশ্যে পরবর্তীকালে নানাভাবে চেষ্টা করা হয়। এরূপ প্রচেষ্টার মধ্যে বৃটিশ বিজ্ঞানী নিউল্যান্ডের (Newland) অবদান বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। 1864 সালে তিনি একটি সূত্র প্রকাশ করিয়া বলেন :

মৌলিক পদার্থগুলিকে পরপর উচ্চতর পারমাণবিক ওজন অনুযায়ী যদি পংক্তিবদ্ধ করিয়া সাজান যায় তাহা হইলে যে-কোন একটি মৌলিক পদার্থ হইতে গণনা আরম্ভ করিলে পরবর্তী অষ্টম সংখ্যক মৌল ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম প্রথম মৌলটির অনুরূপ হইবে। প্রতি অষ্টম পদার্থের ক্ষেত্রে এরূপ সমধর্মী পদার্থের পুনরাবর্তন ঘটে সঙ্গীতের স্বর-সপ্তক-সূত্র অনুযায়ী।

সঙ্গীতের 'সা'-গ্রাম হইতে গণনা শুরু করিলে অষ্টম গ্রাম রূপে পুনরায় সমধর্মী 'সা'-গ্রাম পাওয়া যায়। সেইরূপ মৌলিক পদার্থগুলিকে পবপর উচ্চতর পারমাণবিক ওজন অনুযায়ী পংক্তিবদ্ধ করিয়া সাজাইলে যে কোন মৌলিক পদার্থ হইতে গণনা শুরু করিলে পরবর্তী অষ্টম মৌলটি প্রথম মৌলের সমধর্মী হইবে। নিউল্যান্ড এই সূত্রটি নাম দেন অষ্টক সূত্র বা ল অব অক্টেভস্ (Law of Octaves)। এই সূত্র অনুযায়ী মাত্র 17টি মৌলকে মোটামুটি শ্রেণীবদ্ধ করা সম্ভব,—প্রতিটি মৌলের ক্ষেত্রে সাধারণভাবে এই সূত্রটি প্রযোজ্য নয়। যথা :

1 H	2 Li	3 Be	4 B	5 C	6 N	7 O
8 F	9 Na	10 Mg	11 Al	12 Si	13 P	14 S
15 Cl	16 K	17 Ca	18 Cr	19 Ti	20 Mn	21 Fe

এই তালিকাতেই দেখা যায় যে 1, 8 এবং 15 সংখ্যক হাইড্রোজেন, ফ্লোরিন ও ক্লোরিন, 2, 9 এবং 16 সংখ্যক লিথিয়াম, সোডিয়াম ও পটাশিয়াম ইত্যাদি সমধর্মী। কিন্তু ম্যাঙ্গানিজ, নাইট্রোজেন বা ফসফরাসের এবং আয়রন, অক্সিজেন বা সালফার সমধর্মী নয়। নিউল্যান্ড অনেকখানি অগ্রসর হইলেও পরবর্তী গবেষণার অভাবে পর্যায় সারণীর যথার্থ সূত্র আবিষ্কার কবিত্তে সক্ষম হন নাই।

মেন্ডেলিফের পর্যায়-সূত্র

পর্যায় সারণী বা মৌলিক পদার্থগুলিকে সমধর্মী শ্রেণীতে বিভক্ত করিয়া শৃঙ্খলাবদ্ধ করিবার মূল সূত্র আবিষ্কারের কৃতিত্ব রুশ বিজ্ঞানী মেন্ডেলিফের

[Mendeleeffe or Mendeleev] । 1864 সালে মেণ্ডেলিফ পর্যায় সারণীর সূত্র আবিষ্কার করেন। তিনি একটি কার্ডের উপরে এক একটি মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক ওজন ও ইহাদের বিশেষ ধর্মগুলি লিপিবদ্ধ করেন। এই কার্ডগুলি তিনি নানা নকশায় এবং নানা চাটে বারবার সাজাইবার চেষ্টা করেন। শেষ পর্যন্ত দীর্ঘ পরিশ্রমের পরে একটি বিশেষ পদ্ধতিতে মৌলিক পদার্থগুলি সাজাইয়া পর্যায় সারণী তথা মৌলিক পদার্থগুলিকে কয়েকটি সমধর্মী শ্রেণীতে স্থপঞ্জিত করার মূল সূত্রটি তিনি আবিষ্কার করিতে সক্ষম হন।

মৌলিক পদার্থগুলি পবপর উচ্চতর পাবমাণবিক ওজন অনুযায়ী পংক্তিবদ্ধ করিয়া সাজাইবার পরে তিনি লক্ষ্য করেন যে এক একটি বিশেষ সংখ্যার ব্যবধানে মৌলিক পদার্থগুলি মোটামুটি সমধর্ম অনুযায়ী পুনরাবৃত্ত হয়। অর্থাৎ, পারমাণবিক ওজনের নিম্নতর হইতে উচ্চতর ক্রম অনুযায়ী পংক্তিবদ্ধ করিয়া সাজাইলে মৌলিক পদার্থগুলির ধর্ম পর্যায় অনুক্রমিক পুনরাবর্তন পদ্ধতি বা পিরিয়ডিসিটি (Periodicity) দেখা যায়। মেণ্ডেলিফ যে সূত্রটি আবিষ্কার করেন তাহা পর্যায় সূত্র বা পিরিয়ডিক ল (Periodic Law) নামে পবিচিতি। এই সূত্রটি বলে:

বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্মাবলী পর্যায়ক্রমে ইহাদের পারমাণবিক ওজন বা অ্যাটমিক ওয়েট অনুযায়ী পুনরাবৃত্ত হয়।

এই সূত্রটি ব্যাখ্যা করিলে সাধারণ এই দাঁড়ায় যে, প্রথমত, মৌলিক পদার্থের মৌলিকত্ব অর্থাৎ ইহাদের মূল ধর্ম পারমাণবিক ওজনের উপরে নির্ভবশীল, দ্বিতীয়ত, বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের ধর্ম শুধু এককভাবে পারমাণবিক ওজনের উপরে নির্ভবশীল নয়—পর্যায়ক্রমে নির্ভবশীল অর্থাৎ এক একটি পর্যায়ের সংখ্যা অনুযায়ী মৌলিক পদার্থের সমধর্ম পুনরাবৃত্ত হয়।

মেণ্ডেলিফের সূত্র অনুযায়ী মৌলিক পদার্থের যে শ্রেণীবদ্ধ তালিকা বা চার্ট তৈরী করা হইয়াছে তাহাকে মৌলিক পদার্থের পর্যায় সারণী বা পর্যাবৃত্ত তালিকা বা পর্যাবৃত্ত শ্রেণী ভাগ তথা পিরিয়ডিক টেবল, বা পিরিয়ডিক চার্ট, বা পিরিয়ডিক ক্লাসিফিকেশন অব এলিমেন্টস বলা হয় (Periodic Table or Periodic Chart or Periodic Classification of Elements)।

পরগুণায় একটি মৌলের পর্যায় সারণী বা পিরিয়ডিক চার্ট বা টেবল দেওয়া হইল:

পর্যায় সারণী বা পিরিয়ডিক টেবল-এর বর্ণনা

(Description of Periodic Table)

মৌলিক পদার্থগুলি ক্রম-উচ্চতর পারমাণবিক ওজন অনুযায়ী বিভিন্ন পর্যায়ে পংক্তিবদ্ধ করিয়া সাজাইলে যে চার্ট বা টেবল্ অর্থাৎ পদার্থের পর্যায় তালিকা রচিত হয় তাহাতে থাকে সাতটি পর্যায় বা পিরিয়ড (Period) এবং নয়টি শ্রেণী বা গ্রুপ (Group)। তালিকা বা টেবলে পাশাপাশিভাবে স্থাপিত মৌলিক পদার্থের পংক্তিকে বলা হয় পর্যায় বা পিরিয়ড। উপরে-নিচে লম্বাভাবে স্থাপিত মৌলিক পদার্থের সারণীকে বলা হয় শ্রেণী বা গ্রুপ।

মৌলিক পর্যায়-তালিকা পর্যবেক্ষণে দেখা যায় যে হাইড্রোজেন ব্যতীত প্রতিটি পর্যায় বা পিরিয়ড শুরু হয় অ্যালকালী বা ক্যালসিয়াম বাতু দ্বারা এবং শেষ হয় ইনার্ট বা নিষ্ক্রিয় মৌলে।

চার্ট বা তালিকার সাতটি পর্যায় অনুরূপভাবে বর্ণনা করা যায় :

পর্যায় বা পিরিয়ডের ক্রম	পর্যায় বা পিরিয়ডের পরিচয়	নিশ্চিত পর্যায়ে মৌলের সংখ্যা	প্রাথমিক ও প্রান্তিক মৌল
1	অতি ক্ষুদ্র পর্যায়	2	H \longleftrightarrow He
2	ক্ষুদ্র পর্যায়	8	Li \longleftrightarrow Ne
8	ক্ষুদ্র পর্যায়	8	Na \longleftrightarrow Ar
4	দীর্ঘ পর্যায়	18	K \longleftrightarrow Kr
5	দীর্ঘ পর্যায়	18	Rb \longleftrightarrow Xe
6	অতি দীর্ঘ পর্যায়	32	Cs \longleftrightarrow Rn
7	অসম্পূর্ণ পর্যায়	12	Fr \longleftrightarrow Og

দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়ে যে কোন মৌলিক পদার্থ হইতে গণনা শুরু করিলে অষ্টম মৌল ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে প্রথম মৌলের অনুরূপ হইবে, চতুর্থ ও পঞ্চম পর্যায়ে অষ্টাদশ মৌলে প্রথম মৌলের ধর্মের পুনরাবর্তন ঘটিবে, ষষ্ঠ পর্যায়ে দ্বা-ত্রিংশতম মৌলে প্রথম মৌলের ধর্ম পুনরাবর্তিত হইবে। অর্থাৎ, দ্বিতীয়

ও তৃতীয় পর্যায়ে উদাহরণস্বরূপ লিথিয়াম, অষ্টম মৌল সোডিয়ামের এবং কার্বন পরবর্তী অষ্টম মৌল সিলিকনের সমধর্মী। অল্পরূপভাবে চতুর্থ ও পঞ্চম পর্যায়ে উদাহরণস্বরূপ পটাশিয়াম আঠার সংখ্যক রুবিডিয়াম এবং ব্রোমিন পরবর্তী অষ্টাদশ মৌল আইয়োডিনের সমধর্মী।

দ্বিতীয় ও তৃতীয় পর্যায়কে বলা হয় বিশিষ্ট মৌল বা টিপিক্যাল এলিমেন্টের পর্যায় (Periods of Typical elements) ; প্রকৃতিতে একরূপ মৌল প্রভূত পরিমাণে পাওয়া যায়। চতুর্থ ও পঞ্চম পর্যায় বা পিরিয়ড দুইটি করিয়া উপ-পংক্তি তথা জোড় ও বেজোড় পংক্তি (Even and odd Series) রূপে বিভক্ত। ষষ্ঠ পর্যায়ে বা পিরিয়ডে সিবিয়াম (58) হইতে লুটেসিয়ামকে (71) বিরল মাটি (Rare Earth Elements) বলা হয়। একরূপ বিরল মাটি মৌল প্রকৃতিতে খুব সামান্য পরিমাণে পাওয়া যায় এবং রাসায়নিক ধর্মে ইহারা পরস্পরে বিশেষভাবে সদৃশ বা সমধর্মী। 92 সংখ্যক মৌল ইয়ুবেনিয়ামের পরবর্তী সমস্ত মৌলগুলি কৃত্রিমভাবে প্রস্তুত করা সম্ভব। ইহারা তেজস্ক্রিয় ধর্মী বা বেডিও অ্যাকটিভ (Radio-active) এবং একরূপ মৌল-সারিকে বলা হয় ইয়ুৱেনিয়ামোত্তর মৌল (Trans-Uranic Elements)। সপ্তম পর্যায়ের মৌলগুলি অসম্পূর্ণ অর্থাৎ এই পর্যায়ে আরও নতুন মৌল কৃত্রিমভাবে তৈরী করিয়া আবিষ্কার করা সম্ভব।

মৌলের শ্রেণী বা গ্রুপের বর্ণনা (Description of Groups)

উপবে-নিচে স্থাপিত সাবি বা স্তম্ভ অঙ্কায়ী মৌলগুলি নয়টি গ্রুপে বা শ্রেণীতে বিভক্ত। একটি শ্রেণীকে শূন্য-শ্রেণী বা জিরো গ্রুপ (Zero Group) বলা হয়। চতুর্থ, পঞ্চম ও ষষ্ঠ পর্যায়ভুক্ত মৌলগুলি আবার দুইটি করিয়া উপশ্রেণীতে (ক ও খ) (Sub-Group $a-b$) বিভক্ত। স্তত্রাং বলা যায় যে মোটামুটি 16টি সমধর্মী শ্রেণীতে মৌলিক পদার্থগুলি বিভক্ত। এক একটি শ্রেণী বা উপশ্রেণীর মৌলগুলি ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে মূলত সমধর্মী বা একরকম। প্রথম গ্রুপের ক-উপশ্রেণীব (a -Sub Gr.) মৌলগুলি তথা, লিথিয়াম হইতে আবস্ত করিয়া ফ্রান্সিয়াম পর্যন্ত পদার্থগুলিকে ক্ষারীয় মৌল (alkaline) বলা হয়। ইহাদের ধর্ম মূলত এক রকম। সপ্তম শ্রেণীর খ-উপশ্রেণীর (b -Sub Gr.) ক্লোরিন, ব্রোমিন, আইয়োডিন ইত্যাদি মৌলগুলি মূলত সমধর্মী এবং ইহাদের তাই হ্যালোজেন গ্রুপ-মৌল নামে অভিহিত করা হয়। শূন্য গ্রুপের

মৌলগুলির (Zero Gr.) কোন যোজন-ক্ষমতা নাই—তাই ইহারা কোন যৌগ গঠন করে না। একুপ সমধর্মী মৌল শ্রেণীকে নিষ্ক্রিয় মৌল (Inert elements) নামে অভিহিত করা হয়। অষ্টম শ্রেণীতে এক পংক্তিতে তিনটি করিয়া মৌল অবস্থিত।

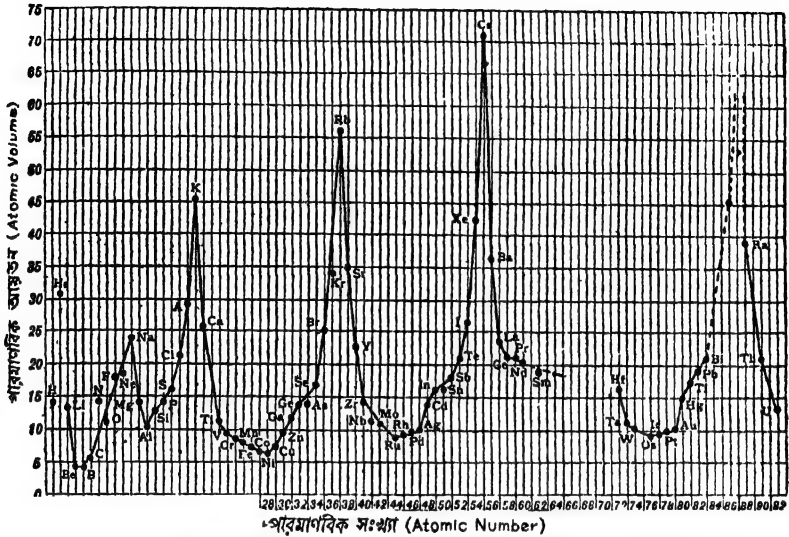
মৌল ধর্মের পর্যায়ক্রম

(Periodicity of Properties of Elements)

বিভিন্ন পর্যায়ভুক্ত মৌলগুলির ক্ষেত্রে পবপব অবস্থিত মৌলে মৌল-ধর্ম ক্রমে ক্রমে পরিবর্তিত হয়। শ্রেণীবদ্ধ মৌলের ক্ষেত্রে মৌলগুলি মূলত সমধর্মী হওয়া সত্ত্বেও ইহাদের ধর্মের মাত্রা ক্রমানুসারে পরিবর্তিত হয়। প্রথম গ্রুপ বা শ্রেণীতে লিথিয়ামের সঙ্গে জলের বিক্রিয়া ঘটে ধীরে ধীরে কিন্তু গ্রুপের নিম্নতম স্থানে অবস্থিত ফ্রান্সিয়ামের সঙ্গে বিক্রিয়া ঘটে বিস্ফোরণের আকারে। সপ্তম গ্রুপ বা শ্রেণীতে সর্বোচ্চে স্থাপিত ফ্লোরিন আভাবিক অবস্থায় গ্যাসীয় কিন্তু সর্বনিম্নে অবস্থিত মৌল আইয়োডিন কঠিন ও ভারী।

(1) পারমাণবিক আয়তন (Atomic volume): এক গ্রাম পবমাণু (Gr-atom) পরিমাণ মৌলিক পদার্থের আয়তনকে বলা হয় সেই মৌলের আয়তন (At. vol.)। অর্থাৎ কোন মৌলের পারমাণবিক ওজনকে সেই মৌলের ঘনত্ব দ্বারা ভাগ করিলে মৌলটির পারমাণবিক আয়তন স্থির করা যায়। পারমাণবিক ওজন ও পারমাণবিক আয়তনকে স্থানাঙ্ক (Co-ordinates) ধরিয়া গ্রাফ আঁকিলে স্পষ্টরূপে দেখা যায় চিত্রাঙ্কন দেখিয়া পরিষ্কার বোঝা যায় কিভাবে বিভিন্ন মৌল পর্যায়ক্রমে তবন্ধাকারে আবর্তিত হয় এবং এক শ্রেণীভুক্ত সমধর্মী মৌলগুলি কিভাবে চিত্র-তরঙ্গের সমস্থানে এবং সমান্তরালে অবস্থান করে। এই চিত্রে দেখা যায় যে হালকা মৌলগুলির স্থান তবন্ধ শীর্ষে, পক্ষান্তরে ভারী মৌলের স্থান তবন্ধের তলদেশে। অর্থাৎ জাতীয় মৌলের স্থান তরঙ্গের উর্ধ্বমুখী রেখায়, পক্ষান্তরে ধাতু জাতীয় মৌলগুলির স্থান তরঙ্গে নিম্নমুখী রেখায়। এই পারমাণবিক আয়তনের গ্রাফের একটি তরঙ্গ-খণ্ড এক একটি পর্যায় বা পিরিয়ড নির্দেশ করে। জার্মান বিজ্ঞানী লোথার মেরার (Lothar Meyer) মেণ্ডেলিফের প্রায় একই সময়ে স্বাধীনভাবে একুপ পারমাণবিক

আয়তনের চিত্রাকনের মাধ্যমে সমধর্মী মৌলের অনুবর্তন পদ্ধতি আবিষ্কার করেন



(vi) যোজ্যতার পর্যায়ক্রম (Periodicity of Valency) :
 মৌলগুলির শ্রেণী বা গ্রুপের সংখ্যা সেই শ্রেণীর মৌলের যোজ্যতা নির্দেশ করে। এক নং শ্রেণীর মৌলগুলির যোজ্যতা এক। যোজ্যতা পরপর প্রতি গ্রুপে বৃদ্ধি পাইয়া অষ্টম শ্রেণীর যোজ্যতা হয় আট এবং পর্বতীয় শূন্য-শ্রেণীতে (Zero Group) মৌলগুলি যোজ্যতাহীন অর্থাৎ শূন্য যোজ্যতায় পবিণত হয়। আবাব পরের পর্যায়ে যোজ্যতা একইভাবে এক হইতে আট পর্যন্ত অনুবর্তিত হয়। নিচে লিপিবদ্ধ ফ্লোরিন ও অক্সিজেন যৌগগুলি বিভিন্ন গ্রুপভুক্ত মৌলের যোজ্যতাব অনুবর্তন এবং বিভিন্ন শ্রেণী বা গ্রুপ অনুযায়ী যোজ্যতা নির্দেশ করে। যথা :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
NaF	CaF ₂	BF ₃	SiF ₄	PF ₅	SF ₆	IF ₇	O ₈ F ₈
Na ₂ O	CaO	B ₂ O ₃	C ₂ O ₄	P ₂ O ₅	S ₂ O ₆	Mn ₂ O ₇	Os ₂ O ₈

অবশ্য মৌলগুলির যোজ্যতা নির্ধারণে প্রধান যোজ্যতা (Important valency) ধরা হয় নাই,—S, Cl, Mn ইত্যাদির ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ (Maximum

valency) বোঝাতা এবং Cu, Ag ইত্যাদির ক্ষেত্রে সর্বনিম্ন (Minimum valency) বোঝাতা ধরা হইয়াছে।

(iii) তড়িৎ-রাসায়নিক ধর্মের পর্যায়ক্রম (Electro-chemical periodic relation) : প্রতিটি পর্যায়ে তীব্র ইলেকট্রো-পজিটিভ বা পজিটিভ তড়িৎধর্মী ক্ষারীয় ধাতু দ্বারা পর্যায় সাবগী স্বক হয় এবং শেষ হয় তীব্র নেগেটিভ ধর্মী বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ হ্যালোজেন ধাতু দ্বারা। প্রথম শ্রেণী বা গ্রুপের মৌলগুলি তীব্র পজিটিভ ধর্মী বা ইলেকট্রো-পজিটিভ (Electro-positive)। পরবর্তী দ্বিতীয় ও তৃতীয় শ্রেণীতে মোলেব পজিটিভ তড়িৎ-ধর্ম ক্রমশ হ্রাস পায় এবং চতুর্থ শ্রেণী বা গ্রুপ হইতে মৌলগুলির মধ্যে যুদ্ধ নেগেটিভ তড়িৎধর্ম বা ইলেকট্রো নেগেটিভ ধর্ম (Electro-negative) দেখা দেয় এবং পরবর্তী শ্রেণীর বা গ্রুপগুলিতে এই নেগেটিভ তড়িৎধর্ম ক্রমশ বৃদ্ধি পাইয়া হ্যালোজেন শ্রেণী বা সপ্তম শ্রেণীর মৌলগুলির মধ্যে তীব্রতম নেগেটিভ তড়িৎ-ধর্ম প্রকাশ পায়। বিভিন্ন মৌলের অক্সাইড গঠনের পদ্ধতি হইতেও মৌলের তড়িৎ-ধর্মের একরূপ ক্রমিক পবিবর্তন লক্ষ্য করা সম্ভব। যথা :

I	II	III	IV	V	VI	VII
Na_2O	CaO	Al_2O_3	C_2O_4 বা CO_2	P_2O_5	S_2O_5 বা SO_3	Cl_2O_7
তীব্র ক্ষারীয়	ক্ষারীয়	উভ-ধর্মী	যুদ্ধ অ্যাসিড ধর্মী	স্বপ্পষ্ট অ্যাসিড ধর্মী	তীব্র অ্যাসিড ধর্মী	অতি তীব্র অ্যাসিড ধর্মী

পিরিয়ডিক টেবিলের ব্যবহার, উপযোগিতা বা গুণাবলী

(Uses, Merits or Utilities of Periodic Table)

(1) মৌলের শ্রেণীভাগ (Systematic classification of elements) : একরূপ পর্যায় সারণীর সাহায্যে সমধর্মী মৌলগুলি নয়টি সাধারণ এবং 16টি মোটামুটি বিশেষ সমধর্মী শ্রেণীতে বিভক্ত এবং সংঘবদ্ধ করিয়া রসায়ন বিজ্ঞান তথা মৌলিক পদার্থের ধর্মাবলীর অধ্যয়ন ও অনুধাবন সহজতর ও সুশৃঙ্খলিত করা সম্ভব হইয়াছে। ফ্রোবিনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম জানা সম্ভব হইলে তাহা দ্বারা সমধর্মী আইসোডিনের ধর্মও নির্দেশ করা সম্ভব।

(ii) পারমাণবিক ওজনের সংশোধন (Correction of atomic weights) : বেরিলিয়াম ও ইণ্ডিয়াম মৌলের জ্ঞান কতকগুলি মৌলের নির্ভুল পারমাণবিক ওজন এই পর্যায় সারণীর সাহায্যে সংশোধন করা সম্ভব হইয়াছে। আগে ধারণা ছিল যে বেরিলিয়ামের পারমাণবিক ওজন 13.5 ; 13.5 পারমাণবিক ওজনের কোন মৌলের জ্ঞান মেণ্ডলিফের টেবিলে শূন্য স্থান নাই। পরে সঠিক তুল্যাক ও ঘোজ্যতা নির্ণয়ের ফলে দেখা যায় যে বেরিলিয়ামের স্বার্থ পারমাণবিক ওজন 9 , [তুল্যাক \times ঘোজ্যতা = পারমাণবিক ওজন, তথা $4.5 \times 2 = 9$], অনুরূপভাবে ইণ্ডিয়ামের পারমাণবিক ওজন আগে ধরা হইয়াছিল 76 কিন্তু মেণ্ডলিফ তাহা সংশোধন করিয়া স্থির করেন 144.

(iii) নতুন মৌলিক পদার্থের আবিষ্কার (Discovery of new elements) : মেণ্ডলিফের সময় ত্রিশটির অধিক প্রাকৃতিক মৌলিক পদার্থ অনাবিষ্কৃত ছিল। অধিকাংশ অনাবিষ্কৃত মৌলিক পদার্থের জ্ঞান পর্যায় সারণীর টেবিলে বিজ্ঞানী মেণ্ডলিফ শূন্য স্থান বাখিয়া যান। এই শূন্য স্থানগুলি পর্যায় সারণীর কোন শ্রেণী বা গ্রুপে পড়ে তাহা লক্ষ্য করিয়া মেণ্ডলিফ কতগুলি অনাবিষ্কৃত মৌলের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্ম আগেই নির্ধারিত করিয়া রাখেন। তিনি একরূপ মৌল তিনটির নাম দেন এক-বোরন, এক-অ্যালুমিনিয়াম এবং এক-সিলিকন। অর্থাৎ, আবিষ্কৃত হইলে দেখা যাইবে যে এই মৌলগুলি বোরন, অ্যালুমিনিয়াম ও সিলিকনের মত ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মে একই বকম। [Eka-Boron, Eka-Aluminium, Eka-Silicon]। এই মৌলগুলি আবিষ্কারের পবে মেণ্ডলিফের ভবিষ্যদ্বাণী প্রায় হুবহু মিলিয়া। ইহাদের বর্তমান নাম স্বাক্রমে স্ক্যাণ্ডিয়াম, গ্যালিয়াম ও জার্মেনিয়াম।

(iv) পারমাণবিক গঠনের সংকেত (Atomic Structure) : পর্যায় সারণী মৌলিক পদার্থের পারমাণবিক গঠনের প্রকৃতি অনুধাবনে সাহায্য করে।

পর্যায় সারণীর অসঙ্গতি বা অনুরূপযোগিতা

(Difficulties and Demerits)

(1) পর্যায়ক্রমের অসঙ্গতি : নিম্নতর হইতে উচ্চতর ওজনের মৌলগুলি পবপব পংক্তিবদ্ধভাবে সাজাইয়া পর্যায় সারণীর কাঠামো নির্মাণ করা হয়। কিন্তু দেখা যায় আরগন (39.944) ও পটাসিয়াম (39.10) ; কোবাল্ট (58.94) ও নিকেল (58.69) ; আইয়োডিন (126.91) ও খোরিয়াম (232.12)

ইত্যাদি কয়েক জোড় মৌলের ক্ষেত্রে নিম্নতর পারমাণবিক ওজনের মৌলকে উচ্চতর পারমাণবিক ওজনের মৌলের পরে স্থান দেওয়া হইয়াছে। ইহা পর্যায়-সারণীতে স্থাপিত মৌলের পারমাণবিক ক্রমানুসারে পরিপন্থী।

(ii) হাইড্রোজেনের স্থান : হাইড্রোজেনকে প্রথম শ্রেণীর ক্ষারীয় ধাতু অথবা সপ্তম শ্রেণীর হ্যালোজেনের সঙ্গে দুইভাগে স্থান দেওয়া যায়। কারণ, দুই শ্রেণীর মৌলের সঙ্গেই ইহাব ধর্ম সাদৃশ্য আছে। তাই, এই চার্টে হাইড্রোজেনের স্থান নির্দিষ্ট স্থান নির্দেশ করা সম্ভব নয়। হাইড্রোজেন একষোড়ী, অধাতব মৌল হওয়া সত্ত্বেও ধাতুধর্মী ও ইলেকট্রো পজিটিভ, বিজারক দ্রব্য এবং স্থায়ী অক্সাইড (H_2O) গঠন করে বলিয়া ইহা ধর্ম প্রথম শ্রেণীব ক্ষারীয় ধাতুব্ভায়। হাইড্রোজেন আবার সপ্তম শ্রেণীর হ্যালোজেনের ভায় গ্যাসীয়, ইহার অণু দ্বি-পারমাণবিক (Cl_2, H_2), এবং ইহা একষোড়ী, অধাতু ও সম-সংখ্যক ক্লোবিন দ্বাৰা প্রতিস্থাপিত হয় ($CH_4 \rightarrow CCl_4$) কিন্তু হ্যালোজেনেব ভায় জাবকধর্মী বা ইলেকট্রো-নেগেটিভ নয়।

(iii) বিরল-মাটি মৌলের স্থান : চৌদ্দটি বিরল মাটি জাতীয় মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম বিশেষ সাদৃশ্য বর্তমান বলিয়া ইহাদেব একত্রে পর্যায়-সারণীব একটি মাত্র ঘবে স্থান দেওয়া হইয়াছে। ইহা পর্যায় সারণীব মৌল-ক্রমেব পরিপন্থী।

(iv) সমধর্মী মৌলের ভিন্নশ্রেণীতে এবং ভিন্নধর্মী মৌলের সমশ্রেণীতে স্থান : সোডিয়াম ও সোনা অথবা ক্লোবিন ও ম্যাঙ্গনীজ ভিন্নধর্মী হওয়া সত্ত্বেও ইহাদেব একই শ্রেণীতে স্থান দেওয়া হইয়াছে। পক্ষান্তরে তামা ও পারদ সমধর্মী হওয়া সত্ত্বেও ইহারা ভিন্নশ্রেণীতে স্থান লাভ করিয়াছে।

(v) এক শ্রেণীর একই পংক্তিতে তিনটি মৌল : অষ্টম শ্রেণীতে একই পংক্তিতে তিনটি কব্বিয়া মৌল (যথা : আয়রন, কোবল্ট ও নিকেল) স্থান লাভ করিয়াছে।

পর্যায় সারণীর আধুনিক ভিত্তি

(Modern basis of Periodic Table)

আগে ধাবণা ছিল পারমাণবিক ওজন দ্বাৰা মৌলেব প্রকৃতি-নির্ধারিত হয়। কিন্তু একই মৌলের একাধিক আইসোটোপ বা সময়ের আবিস্কারের পরে জানা যায় যে একই মৌলের বিভিন্ন পারমাণবিক ওজন হইতে পারে।

[যথা : হাইড্রোজেনের পারমাণবিক ওজন : $H=1, 2, 3$]। পারমাণবিক সংগঠনের রহস্য নির্ধারণের পরে জানা যায় যে পারমাণবিক সংখ্যা বা নিউক্লিয়ার চার্জ (Atomic number or Nuclear charge) দ্বারা মৌলের যথার্থ প্রকৃতি নির্ধারিত হয়। অর্থাৎ, পারমাণবিক ওজন নয়, মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা মৌলের মৌলিকতা নির্দেশ করে। সুতরাং আধুনিক পর্যায় সূত্র বা পিরিয়ডিক ল পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পুনর্লিখিত হইয়াছে এবং পর্যায় সারণী পারমাণবিক সংখ্যানুযায়ী ক্রমবদ্ধ করিয়া সংখ্যানুযায়ী আধুনিক পর্যায় সূত্র হইবে অরূপ :

বিভিন্ন মৌলিক পদার্থের ভৌতিক ও রাসায়নিক ধর্মাবলী পর্যায়ক্রমে ইহাদের অ্যাটোমিক নাম্বার বা পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পুনরাবৃত্ত হয়।

আধুনিক পর্যায় সারণী বা পিরিয়ডিক চার্ট পারমাণবিক সংখ্যা (At. No.) অনুযায়ী রচিত হইবাব ফলে মেণ্ডেলিফের চার্টেব অনেক ক্রটি সংশোধন করা সম্ভব হইয়াছে।

(i) পারমাণবিক সংখ্যা ও চার্টে অবস্থিত মৌলের অবস্থানেব ঘর সংখ্যা এক হওয়ায় এক সংখ্যাব হাইড্রোজেন হইতে শুরু কবিয়া এক এক কবিয়া পব পব বাড়িয়া 92 সংখ্যক ঘরে 92 পারমাণবিক সংখ্যার (At. No.) ইয়ুরেনিয়ামের স্থান হইবে।

(ii) পারমাণবিক সংখ্যানুযায়ী বচিত পর্যায় সারণীতে হাইড্রোজেনের যথার্থ স্থান নির্ণয় করা সম্ভব। হাইড্রোজেনের স্থান হইবে এক নম্বর ঘরে।

(iii) পারমাণবিক সংখ্যানুযায়ী বচিত পর্যায় সারণীতে আরগন ও পটাসিয়াম, কোবল্ট নিকেল ইত্যাদি চাবটি জোটের ক্রম নির্ণয়ের অসঙ্গতি থাকে না। আরগন ও কোবল্টের পারমাণবিক সংখ্যা যথাক্রমে পটাসিয়াম ও নিকেল হইতে এক সংখ্যা কবিয়া কম বলিয়া ইহারা পটাসিয়াম ও কোবল্টের পূর্বে বসে।

(iv) বিরল-মাটির 14টি মৌলেব জ্ঞত এক একটি সুনির্দিষ্ট পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী পর্যায় সারণীতে বিভিন্ন স্থান নির্দেশ করা সম্ভব।

W. B. BOARD OF SECONDARY EDUCATION

HIGHER SECONDARY EXAM. QUESTIONS

1960 : CHEMISTRY—FIRST PAPER

Group A

1. What do you understand by the terms :

Atom, molecule, symbol and formula ?

What does a chemical equation indicate ? Illustrate with reference to the equation $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$. What does not this equation state about the chemical reaction involved ?

2 State the law of conservation of mass. How would you verify it experimentally ? How do you explain the loss in weight of a candle on burning in open air ?

- 3 State Avogadro's hypothesis :

One volume of hydrogen combines with one volume of chlorine to form two volumes of hydrochloric acid gas (the volumes are measured under the same conditions of temperature and pressure) Deduce the formula of hydrochloric acid gas from this observation, given that molecules of hydrogen and of chlorine are diatomic

Prove that molecular weight of a gas or vapour is twice its vapour density

4 Write short notes on—(a) Water of crystallisation (b) Catalysis, and (c) Super-saturated solution Give examples.

5 Calculate the weight of potassium chlorate which on heating will liberate 3.04 litres of oxygen at $27^\circ C$ and 750 mm. pressure. (At. wt. of K=39, and of Cl=35.5).

Group B

6 (a) What do you understand by 'oxidation' and 'reduction' ? Give examples.

(b) What is 'nascent state' ? How would you prove that nascent hydrogen is a stronger reducing agent than ordinary hydrogen ?

7. How is hydrogen peroxide prepared ? State its important properties and uses.

What happens when a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide is evaporated on a water-bath ?

- 8 State, giving equations, what happens when :

(a) Lead nitrate is strongly heated, (b) Sodium nitrate is heated with concentrated sulphuric acid, (c) Moderately dilute nitric acid is added to copper turnings, and (d) ammonium nitrate is heated.

Mention in each case the colour of the gas or vapour evolved and also of the residue, if any.

9. How is ammonia prepared in the laboratory? How is the gas dried and collected? Sketch the apparatus used. State its principal properties and uses.

10. Describe briefly how the following substances are prepared: (a) Orthophosphoric acid from bone ash, (b) Red phosphorus from white phosphorus (c) Hydrochloric acid from sodium chloride, and (d) Chlorine from concentrated hydrochloric acid

State the important physical and chemical properties of chlorine.

1960 : CHEMISTRY—SECOND PAPER (*Group A*)

1. (a) What is meant by equivalent weight of an element? How is it related to its atomic weight?

(b) 20 gms of lead were completely converted into its oxide, which weighed 2.544 gms. What is the equivalent weight of lead?

2. What is a normal solution?

Calculate the volume of decinormal sulphuric acid required to neutralise 500 c.c. of a solution containing 2.5 gms. of caustic soda per litre (At. wt. of Na=23). Give the ionic explanation of what happens during neutralisation.

3. Write a short para on each of the following:

(a) Structure of an atom. (b) Electrovalency and covalency, (c) Destructive distillation

4. Define the terms: 'electrolyte,' 'anions' and 'cations.' Give examples.

State Faraday's laws of electrolysis. Deduce from these laws: (a) definition of electro-chemical equivalent and (b) relationship between chemical equivalent and electro-chemical equivalent.

5. How is sulphur dioxide prepared in the laboratory? State its principal physical and chemical properties. Explain its bleaching action.

Group B

6. Describe the laboratory method of preparation, purification and collection of carbon monoxide. Compare its properties with those of carbon dioxide. State two of its uses.

7. Describe any method of preparing methyl alcohol. How is it converted into formaldehyde? Give their structural formulæ. What do you understand by 'methylated spirit' and 'formalin'?

8. How is aluminium extracted from bauxite? State three of its chemical properties and two of its industrial uses. What is "Thermit" process?

9. Describe the reactions involved in the different stages of extraction of copper from copper pyrites. How is the metal refined? State two of the principal uses of the metal.

10. Name the raw materials used in the blast furnace for extraction of pig iron. Give a brief description of the reactions and explain them with the help of simple equations.

State very briefly the principle of preparation of steel from pig iron. (Description of any of the processes is not required).

What is rust ? Mention two methods for rust-prevention.

1960 : CHEMISTRY (Compartmental)

Group A (ANSWER any three questions)

1. Explain what is meant by "water of crystallisation." Give examples, with formulæ, of two compounds with water of crystallisation. What happens when blue crystals of copper sulphate are slowly heated ?

What do you mean by "efflorescence" and "deliquescence" ? Mention one illustrative compound in each case.

2. State the laws of "definite proportion" and "multiple proportions". Illustrate with suitable examples.

Give one important reason to explain why air is not regarded as a chemical compound of nitrogen and oxygen.

3. Write short notes on : (a) colloidal solution, (b) atom : and (c) distillation. Give examples where necessary.

4. Define "solubility." How would you determine the solubility of sodium chloride at room temperature ? What do you mean by "solubility curves" ? State their utility.

5. Calculate the weight of calcium carbonate which when completely dissolved in hydrochloric acid will liberate 3 litres of carbon dioxide at 0°C and 750 mm. pressure. [At. wts. $\text{Ca}=40$, $\text{C}=12$].

Group B (Answer any three questions)

6. How is hydrochloric acid gas prepared and collected in the laboratory ? Give a neat sketch of the apparatus. Give equation for the reaction. Describe one or more experiments to illustrate its high solubility in water and its acidic property.

What happens when the gas is passed into a dilute solution of silver nitrate ?

7. Describe the method of preparation of nitric acid from potassium nitrate in the laboratory. Give equation for the reaction. What happens when concentrated nitric acid is dropped on strongly heated pumice stone ?

Describe briefly two experiments to demonstrate that nitric acid is an oxidising agent.

8. What are oxides ? How would you classify them ? Give one example of each class of oxide stating the basis of its classification as such.

9. State, giving equations, what happens when—

(a) a mixture of solutions of sodium nitrate and ammonium chloride is heated, (b) steam is passed through a red hot iron tube loosely packed with iron turning; (c) hydrogen is passed over heated copper oxide, and (d) carbon dioxide is passed for a long time through lime water

Describe the visible changes accompanying the reaction in each case.

10. Describe briefly, giving equations, the methods of preparation of the following :—

(a) a solution of hydrofluoric acid, (b) iodine from potassium iodide; (c) nitrous oxide, and (d) chloride from sodium chloride.

State one use of each product.

1960 : CHEMISTRY (Compartmental)—SECOND PAPER

Group A (Answer any three questions)

1. (a) 0.6842 gm of copper was dissolved in nitric acid and the solution was carefully evaporated to dryness. When the solid residue was strongly heated, 0.8567 gm. of cupric oxide was produced. Calculate the equivalent weight of copper.

(b) 1.0813 gms of iron gave 3.1439 gms. of ferric chloride. Calculate the equivalent weight of iron in this compound. [Equivalent weight of chlorine = 35.5]

The atomic weight of iron is 55.84, find the valency of iron in ferric chloride.

2. Describe the *principle* of manufacture of sulphuric acid by the Chamber or the Contact Process. (Description or sketch of plants is *not* required) Give necessary equations

How would you experimentally show that sulphuric acid is a dehydrating agent?

Write the general formula of "alum". What is common alum?

3. Give a neat sketch of the Kipp's apparatus and describe how it is used for the preparation of hydrogen sulphide

Explain the use of the gas as an analytical reagent.

4. Write short notes on the following :—

(a) acids, bases and salts; (b) acid salt and basic salt, (c) hydrolysis (Illustrate with suitable examples)

5. Give two physical and three chemical differences between metals and non-metals. Which of these is most decisive? Illustrate with examples

Group B (Answer any three questions)

6. Describe the chemical reactions involved in the extraction of lead from galena. State four of its properties and two uses. How are litharge and red lead prepared? Describe giving equations the action of nitric acid on these compounds.

7. How is Zinc prepared from Zinc blende ? State four of its chemical properties and name two of its alloys. What do you mean by galvanised iron ? How is it obtained ?

8. Describe the chemical reactions by which sodium chloride is converted into sodium carbonate by Solvay's Process.

What happens when a solution of sodium chloride is electrolysed ? State the use of the products obtained. What will happen if the products are mixed up in the cold ?

9. Write short notes on :—(a) saturated and unsaturated compounds, and (b) homologous series.

Illustrate your answer with the help of structural formulæ of compounds known to you.

10. How is ethyl alcohol prepared from glucose ? Give its structural formula. How would you prove the presence of a hydroxyl group in it ? What happens when ethyl alcohol is oxidised ?

1961 : CHEMISTRY—FIRST PAPER

Group A (Answer any three questions)

1. Explain the following terms with reference to one example :
solution, solvent, solute.

Starting from a dilute solution of sodium chloride in water, how would you prepare (a) pure water, and (b) pure crystals of sodium chloride ? Give experimental details

2. Describe *one* experiment in each case to prove that ,

(i) air contains oxygen , (ii) it is a mixture and not a compound of oxygen and nitrogen. , and (iii) oxygen and nitrogen are present in air in the ratio of approximately 1 : 4 by volume.

3. State Dalton's 'Atomic Theory' and indicate its utility. Explain what you understand by 'atomic weight' of an element.

4. Write short notes on any *three* of the following :—

(a) acidic oxide and basic oxide , (b) hard water and soft water , (c) Gay-Lussac's law of gaseous volumes , and (d) solubility curves.

5. Calculate the weight of zinc which when dissolved in excess of dilute sulphuric acid will liberate 0.57 litre of hydrogen at 27°C and 750 mm. pressure. How much ZnSO_4 will be produced ? [At. wts, $\text{Zn}=65.38$. $\text{S}=32$]

Group B (Answer any three questions)

6. When mercuric oxide is strongly heated in a hard glass tube a gas is evolved , what is the name of the gas ? Describe the laboratory method of preparation of the gas from potassium chlorate and explain why it is mixed with manganese dioxide. Describe *four* experiments to demonstrate that the gas supports combustion and acts as an oxidising agent in each case. Give equations.

7. How is hydrochloric acid gas prepared in the laboratory ? Describe experiments to illustrate ; (a) it is very soluble in water and is acid to litmus ; (b) its reaction with ammonia gas and (c) with silver nitrate solution.

What happens when concentrated hydrochloric acid is electrolysed ?

8. (a) Describe two purely chemical reactions by which hydrogen may be obtained from water. Give equations.

(b) Describe an experiment to show that water is produced when hydrogen reduces an oxide of a metal

9. How is white phosphorus obtained from a mineral containing calcium phosphate ?

Starting with white phosphorus, how would you prepare (a) red phosphorus, (b) phosphorus pentoxide and (c) orthophosphoric acid ?

10. A colourless crystalline compound has the following percentage composition, sulphur 24.24 per cent, nitrogen 21.21 per cent, hydrogen 6.06 per cent, the rest is oxygen. Determine the empirical formula of the compound. Give the name of the compound if the molecular formula be the same as the empirical formula and if it is found to be a sulphate.

What will happen if the compound is heated with a concentrated solution of sodium hydroxide ? Give equation

[At. wts S=32 N=14]

1961 : CHEMISTRY—SECOND PAPER

Group A (Answer any three questions)

1. Describe an experiment for the determination of equivalent weight of zinc by displacement of hydrogen from an acid. Indicate the method of calculation from experimental data

2. (a) How would you prepare a decinormal solution of sodium carbonate ?

(b) 25 ml of 1.12N/10 sodium hydroxide require 24.0 ml of a solution of sulphuric acid for complete neutralisation. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. [1 ml may be taken as equal to 1 c. c.] [At wt. S=32]

Explain the reaction with the help of an equation mentioning the ions which disappear during neutralisation

3. Write short notes on protons, electrons and neutrons. Give the electronic explanation of the formation of the molecules of sodium fluoride and fluorine. Mention the type of valency exhibited in each case. [Atomic number, Na=11, F=9]

4. How is carbon dioxide prepared in the laboratory ? Give equation for the reaction. State four important properties and two uses of the gas.

How would you convert sodium carbonate into sodium bicarbonate and *vice versa* ?

5. How is sulphuric acid prepared by the lead-chamber process ? Explain the chemical reactions involved. (Description or sketch of the commercial plant is not required).

State the properties and uses of the acid.

Group (Answer any three questions)

6. Describe the chemical reactions which occur in the process of manufacture of zinc from zinc blende. State its chemical properties and two of its uses. Name two alloys of zinc and mention what other metals they contain.

7. Give a neat sketch of the blast furnace used in the extraction of iron, and describe how the process is carried out. Why is limestone added ? Give equations for the reactions which take place in the blast furnace.

8. How are the following compounds prepared :—crystalline copper sulphate, anhydrous aluminium chloride, litharge and red lead ? Give the formulae of these compounds.

What is the action of water on anhydrous aluminium chloride and of dilute nitric acid on red lead ? Give equations for the reactions.

9. How is methyl alcohol obtained from products of distillation of wood ? Give its structural formula. What happens when the alcohol is acted upon by the following substances :

(a) phosphorus pentachloride, (b) concentrated sulphuric acid and (c) oxidising agents.

10. How is acetylene prepared ? State two of its uses. Mention two reactions which show that it is an unsaturated compound. Give equations with structural formulae of the compounds. State two other properties of acetylene.

1961 : CHEMISTRY (Compartmental)—FIRST PAPER

Group A (Answer any three questions)

1. Copper sulphate is soluble in water. Describe in detail the laboratory process by which you obtain pure crystals of the compound from impure copper sulphate containing sand and other insoluble matters. How would you remove any soluble impurity if present ?

2. Describe with a sketch of the apparatus, how would you carry out the experiment and collect the products when electric current is passed through water acidulated with dilute sulphuric acid. How would you identify the products obtained ?

Under what condition will they recombine to produce water again ?

3. State Avogadro's law and show how it has been utilized for the determination of atomic weight of an element.

4. What do you understand by (a) efflorescence, (b) deliquescence? Give one example in each case. How would you determine the percentage amount of water of crystallisation in alum? Give experimental detail.

5. Write notes on any two :—(a) colloidal solution, (b) catalysis, (c) nitrogen cycle, (d) nascent hydrogen.

Group B (Answer any three questions)

6. Describe one method of preparing bromine in the laboratory. Give equation. State four of its properties and compare them with the corresponding properties of chlorine and iodine.

7. What do you understand by allotropy? Describe the methods of preparation of two important allotropic forms of phosphorus. State their properties. Give reasons for considering phosphorus as a chemical analogue of nitrogen.

8. State what happens and what visible changes take place when (answer any four) :—(a) sodium fluoride is heated with concentrated sulphuric acid in a lead vessel, (b) chlorine is inverted over a jar of ammonia gas, (c) potassium nitrate is heated with concentrated sulphuric acid, (d) a mixture of ammonia and air is passed over heated platinum catalyst, (e) concentrated nitric acid is boiled with powdered sulphur. Give equations.

9. How is hydrogen peroxide prepared? State two of its uses. Describe with equations, two reactions in each case to show that (i) hydrogen peroxide is an oxidising agent; (ii) it behaves as a reducing agent. What happens when it is heated?

10. (a) A current of hydrogen is passed over cupric oxide heated in a bulb tube. Calculate the volume of hydrogen at N. T. P. required for the reduction of 0.8 gm. of the oxide.

[At. wt. Cu=63.57]

(b) A colourless crystalline compound on analysis was found to contain 44.8 per cent. of potassium, and 18.4 per cent. of sulphur. The rest was oxygen. What is empirical formula of the compound?

1961 : CHEMISTRY (Compartmental) — SECOND PAPER

Group A (Answer any three questions)

1. Starting with pure metallic copper describe how you would determine equivalent weight of the metal. Indicate the method of calculation from experimental data.

2. Define 'Normal solution'. Give an example.

30 ml of solution of sulphuric acid neutralise 25 ml of a solution of sodium carbonate containing 6.0 gms of the anhydrous substance per litre. Calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. (At. wts. Na=23, C=12, S=32) [1 ml may be taken as equal to 1 c.c.]

3. Give a brief account of the structure of atoms, State and illustrate what you understand by 'electrovalency' and 'covalency.'

4. State, giving equations, what happens when : (a) calcium carbonate is strongly heated ; (b) carbon dioxide is passed through a concentrated solution of sodium carbonate ; (c) carbon dioxide is passed through a layer of red-hot carbon, (d) burning magnesium ribbon is introduced into a jar of carbon dioxide

Mention in each case the colour and the state (solid, liquid or solution, gaseous) of the products of the reaction and describe the visible change in (d).

5. How is sulphur dioxide prepared in the laboratory ? Briefly describe experiments to illustrate four important chemical properties of the gas. How is it oxidised to sulphur trioxide ?

GROUP B (Answer any *three* questions)

6. Write what you know about any *three* .—

(a) Plaster of Paris, (b) Galvanising, (c) Thermit process, (d) Alum

7. How is copper extracted from copper pyrites ? Give equation for the chemical reactions involved. How is chemically pure copper obtained ? What happens when copper is treated with moderately dilute nitric acid ?

8. Describe (without giving details about commercial plants) one method in each case by which calcium and magnesium are obtained. State the chemical properties of the metals.

9. What is distillation ?

Give an account of the manufacture of coal gas by destructive distillation of coal. How is the gas purified from sulphuretted hydrogen ? Name the by-products

10. How is methane prepared in the laboratory ? Give equations for the reaction, State its properties. How would you establish that it is a saturated compound ?

1962. CHEMISTRY—FIRST PAPER (GROUP A)

1. (a) Explain what is meant by *water of crystallisation*. 0.1 gm. of crystalline substance gave out, on heating, 0.0512 gms. of water and become anhydrous. Given that the molecular weight of the crystalline substance is 246, calculate the number of molecules of water of crystallisation in the compound

(b) What weight of copper must be boiled with concentrated sulphuric acid to give 50 c.c. of sulphur dioxide at 27°C and 750 mm. ? [Cu. = 63.5]

2. Explain any *four* of the terms :—

- (a) saturated solution ; (b) solubility ; (c) sublimation ;
(d) chemical compound , (e) gram molecule and gram molecular weight , (f) electro-chemical equivalent.

Give one illustrative example in each case.

3. State the law of conservation of mass.

Describe one experiment each to show that the law holds good for . (a) rusting of iron , (b) burning of charcoal (c) sublimation of camphor.

4. What is chemical equation ?

State all that is implied in the equation $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ and give experimental evidence for each part of your statement.

GROUP B

5. BaO_2 is called barium peroxide, but MnO_2 is called manganese dioxide , why ?

Describe how a dilute aqueous solution of hydrogen peroxide may be prepared in the laboratory. How would you show that hydrogen peroxide (a) is an oxidising agent (give *two* reactions with equations), (b) decomposes into oxygen.

6. Give the names and formulae of two *gases* which possess bleaching properties, and account for their bleaching action.

Describe the preparation and collection of one of these gases in the laboratory, and give two examples (with equations) of its oxidising or reducing property, as the case may be

7 Describe how ammonia is prepared, dried and collected in the laboratory. Describe one experiment each to show its (a) high solubility in water, (b) basic character, and (c) inflammability.

State the condition in which it can be oxidised to nitric oxide or nitric acid

8 What are (a) bone black , (b) bone ash.

Starting from bone ash describe how you would prepare (a) orthophosphoric acid, (b) white phosphorus.

What is superphosphate of lime and what is its use ?

9. Describe the commercial preparation of carbon dioxide, giving a labelled sketch of the kiln.

State, giving equations what happens when carbon dioxide is passed through (a) lime water ; (b) solution of common salt saturated with ammonia. Write a short note on carbon cycle.

How is hydrochloric acid manufactured ?

Describe its action on : (a) iron, (b) ferric oxide, (c) manganese dioxide, (d) silver nitrate solution State the conditions in which the reactions take place and the visible changes that may be observed. Give equations.

1962 : CHEMISTRY—SECOND PAPER (GROUP A)

1. Define the equivalent of an element and describe an experiment for determining the equivalent of *either* oxygen *or* carbon.

2. In the light of the Ionic theory :

(a) Define the terms *acid* and *acid salt*.

(b) Show what happens when a strong acid is neutralised with strong base.

(c) Explain the process of electrolysis of dilute sulphuric acid.

3. What do you understand by destructive distillation ? How does this process differ from ordinary distillation ?

Name the important products of destructive distillation of wood. From the aqueous byproduct how can you prepare two important organic compounds ? Mention *two uses* of each of these compounds.

4. State the characteristic properties of the alcoholic hydroxyl group with reference to the action of (a) sodium, (b) sulphuric acid, (c) acetic acid, (d) oxidising agents.

Give equation in the cases of a typical compound of this group

5. What is an ester ? Describe the preparation of a typical ester. What happens when this ester is boiled with caustic soda solution ? Oils are esters ; what products are obtained when they are hydrolysed with caustic alkali ?

GROUP B—(Answer any *three* questions)

9. Tabulate *five* of the essential difference between metals and non-metals.

Tin has some characteristics of non-metal, while graphite has some of those of a metal, why then is tin classified as a metal and graphite as a non-metal ?

7. Write short notes on :—(a) Thermit, (b) Rusting of iron, (c) Galvanizing, (d) Tin plating ?

8. Describe briefly the preparation of any *two* of the following :—(a) Alumina ; (b) Steel, (c) Glass.

9. Describe the chemical reactions which are involved in the extraction of zinc from zinc blende, and lead from galena. (Concentration of the ores and purification of the metals are *not* required).

Describe the preparation, properties and uses of two of the oxides of lead.

10. (a) 25 c.c. of a 0.08 N sodium hydroxide gets mixed with 20 c. c. of a 0.09N sodium carbonate solution. What is the normality of the resulting alkali solution ?

(b) 20 c.c. of this mixed alkali neutralise 50 c.c. of a sulphuric acid solution. Calculate the strength (in normality) of the acid.

1962 : CHEMISTRY (Comp)—FIRST PAPER (GROUP A)

1 (a) 1.0 gm of a compound contains 0.262 gms of nitrogen, 0.075 gms. of hydrogen and 0.663 gms. of chlorine. Find its simplest formula [C=35.5]

(b) Calculate the quantity of the above substance from which you can get one litre of ammonia gas at 27°C and 760 mm

2. Explain any four of the terms :—

(a) Oxidation, (b) Chemical change, (c) Colloidal solution, (d) Allotropy, (e) Efflorescence, (f) Thermal dissociation.

3 State the laws governing the weights of substances which combine chemically.

A metal forms two oxides in which the percentages of the metal are 79.8 and 89.8 respectively. Show that the results agree with the law of Multiple proportion

4 How would you separate the ingredients of—

(a) a mixture of two liquids having boiling points of 78.5°C and 100°C respectively,

(b) a mixture of potassium chloride and chalk ?

GROUP B

5. How may oxygen be prepared from : (a) Air (b) Water, (c) Potassium chlorate ?

Describe one method of preparation in detail

Describe experiments to show how oxygen may form

(a) An acidic oxide, (b) An alkaline oxide, (c) An insoluble basic oxide

Name two other classes of oxide and give an example of each class

Describe the laboratory method of preparation of nitric acid. Mention two reactions illustrating the oxidising action of the acid. Give equations

State, giving equations, what happens and what visible changes take place when (a) lead nitrate (b) ammonium nitrate and (c) sodium nitrate are heated separately. How would you isolate and identify each of the gaseous products ?

7. Make a neat sketch of Kipp's apparatus. Name two gases that may be prepared in this apparatus. Explain how it gives a ready supply of those gases free from air. What are the materials used for the preparation of sulphuretted hydrogen in this apparatus ? Write a short note on the use of H_2S as an analytical agent

8. Starting from sodium chloride, describe how chlorine is prepared in the laboratory. Give equation. How is the gas collected ? How and under what condition, does chlorine react with (a) ammonia, (b) potassium bromide, (c) moist slaked lime ; (d) none ? Give equations.

2. Name two elements which exist in allotropic forms and state what these forms are.

Describe the preparation of the two allotropes of one of these elements and mention some of the distinguishing properties of the two allotropic forms. How can you show that these are two forms of the same element ?

10. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. How can the gas be distinguished from (a) carbon dioxide, (b) hydrogen ?

How can you obtain specimens of carbon dioxide and carbon monoxide, each free from the other, from a mixture of the two gases ?

1962 : CHEMISTRY (Comp.)—SECOND PAPER (GROUP A)

1. State and illustrate Faraday's Laws of electrolysis. Deduce from these laws (a) the definition of electro-chemical equivalent and (b) the relationship between electro-chemical and chemical equivalent.

2. An atom of an element contains 11 protons and 12 neutrons in its nucleus. What is its (a) atomic weight, (b) atomic number ? How many electrons does the atom contain and how are these electrons arranged in the atom ?

Show how this atom may combine chemically with an atom of fluorine (At. no = 9)

3. How is ethylene prepared in the laboratory ? What is its structural formula ?

Give structural formulae of the compounds it forms with (a) hydrogen, (b) concentrated sulphuric acid, (c) Potassium permanganate solution.

Give one test each by which it may be distinguished from (a) methane, (b) acetylene.

4. Describe the preparation of ethyl alcohol from glucose. Give its structural formula. Describe (with equations) four of its chemical reactions, and mention two of its uses.

5. What is producer gas ? Give reasons to show that coal gas is not a producer gas.

Give examples of two forms of producer gas and state the chemical reactions involved in their preparation. Why may they be used as fuels ?

GROUP B

6. State the action of (a) air or oxygen, (b) water (c) dilute sulphuric acid on the metals—sodium, copper, magnesium and iron.

What happens when (a) zinc reacts with caustic soda solution; (b) iron filings are added to a solution of copper sulphate?

7. Describe the preparation, properties and uses of any *three* of the following :—(a) Plaster of Paris, (b) Lime, (c) Ferric oxide, (d) Crystalline copper sulphate.

8. Describe how caustic soda may be prepared from sodium carbonate. Do you know of any other methods for its preparation? (Details of the later process are not required).

Write chemical equations to represent the reaction between caustic soda and any *three* of the following :—

(a) Ammonium chloride. (b) Ferric chloride. (c) Aluminium sulphate. (d) Carbon dioxide. (e) Chlorine. Name the products obtained in each case.

9. Describe how aluminium is extracted from bauxite. State four of its properties. What is thermit and what are its uses? State two other uses of aluminium.

10. What do you understand by the *factor* of a standard solution?

A solution contains 0.4910 gms. caustic soda in 125 c.c., What is the *factor* of the solution if the strength be expressed as

(a) N solution, (b) $\frac{N}{10}$ solution? (Na=23)

How many c.c. of a $\frac{N}{5}$ solution of an acid will be required to neutralise 25 c.c. of the above solution of caustic soda?

1963 : CHEMISTRY—FIRST PAPER (GROUP A)

1. Write short notes on any *four* of the following :—

(a) Oxidation and reduction (b) Colloidal solution (c) Distillation. (d) Catalysis. (e) Gram atom.

2. State the Law of definite proportion.

Given that (a) 0.12 gm. of a metal gives 0.20 gm. of oxide when heated in air, its carbonate and nitrate contain 28.5% and 16.2% of the metal respectively,—apply the Law to calculate what weight of the oxide will be obtained by heating 1.00 gram each of the carbonate and the nitrate.

3. Describe briefly Lavoisier's bell-jar experiment on the composition of air and show how his experiment proved conclusively that air contains one fifth by volume of oxygen.

4. Oxygen obtained by heating 12.25 gms. of potassium chlorate is passed over 5.00 gms. of pure, dry and heated carbon. A part of the carbon burns to carbon dioxide. What is the volume of this CO_2 formed at 27°C and 75 cm., and what is the weight of residual carbon? [K=39, Cl=34.5, O=16].

GROUP B

5. How, and under what conditions, does water react with (a) sodium ; (b) iron ; (c) phosphorus pentoxide ; (d) sodium peroxide ; (e) chlorine ; (f) carbon ? Give equations.

6. What are the conditions in which ammonia may be manufactured from its elements ? (Reasons for these conditions are *not* required)

Describe experiments to illustrate that ammonia (a) is highly soluble in water and the solution is alkaline to litmus ; (b) may be burnt in excess of oxygen.

7. Describe one process for the manufacture for chlorine. State, giving equations the action of chlorine on (a) ammonia ; (b) moist slaked lime , (c) potassium iodide , (d) antimony powder or sodium.

8. Write short notes on :—(a) The use of H_2S as an analytical reagent. (b) Law of Conservation of Mass.

9. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. Compare its properties with those of carbon dioxide. How could a gas jar containing carbon monoxide be distinguished from a gas jar containing hydrogen ?

10. Describe an experiment by which the composition by weight of carbon dioxide may be determined.

In one such experiment it was found that 0.66 gm. of carbon dioxide was obtained from 0.18 gm. of carbon. From this result show how the formula of the gas may be deduced.

1963 : CHEMISTRY—SECOND PAPER (GROUP A)

1. Explain the difference between equivalent weight and atomic weight of an element. Under what condition have they the same value ? Give two illustrations.

Experimental data :

First weight of the weighing bottle + metal . . . 12.9580 gm.

Second weight, after taking out a portion of the
metal ... 12.9070 gm

Total volume of hydrogen evolved by dissolving the

metal taken out in dilute acid (after drying)...19.55 ml

Pressure of hydrogen, when the volume was noted 750 mm.

Temperature of the gas, " " " " " ...27°C

One millilitre (ml.) of dry hydrogen at N.T.P.

weighs ... 0.000089 gm.

2. Define the terms, electrolysis and ions, illustrate. How do the ions of an element differ from its atoms?

A current of 2 amperes was passed through an N/10 solution of copper sulphate for 16 minutes and 5 seconds. Calculate the amount the copper deposited on the cathode. 96500 coulombs liberate 31.8 gm of copper.

What will be the effects when the same current is passed (i) through an N/5 solution of copper sulphate for the same time and (ii) through an N/10 solution of the same substance for 32 minutes and 10 seconds?

3. What is radio-activity? How has Dalton's conception about atoms been modified by the discovery of this phenomenon?

Give a brief account of your idea about the structure of atoms.

4. Define a normal solution. How do you calculate the weights of Na_2CO_3 and H_2SO_4 required to prepare one litre of normal solution of each?

50 ml. of (N) H_2SO_4 are poured into 50 ml. of (N/2) NaOH. Is the resulting solution acid or alkaline?

Calculate its strength in normality ($\text{Na}=23$, $\text{S}=32$, $\text{O}=16$).

5. Describe giving equations, where possible, the reactions of metals as well as of their compounds to show the difference between metals and non-metals.

GROUP B (Answer any three questions)

6. Starting from limestone describe how you would prepare quicklime and metallic calcium. How do they react with water? Give equations.

What is cement? Why is it considered an important building material?

7. Describe how copper is prepared from copper pyrites. State its properties and uses. How is the metal refined?

8. How does destructive distillation differ from ordinary distillation? Describe how coal gas is prepared. How is it purified? Name the by-products.

9. Write what you know about the following:—

(a) Homologous series. (b) Saturated and unsaturated compounds. Illustrate your answer with examples.

10. How is formaldehyde prepared? Give a neat labelled sketch of the apparatus. What happens when acetaldehyde is (a) oxidized, and (b) reduced?

What are formalin and bakelite? State their uses.

Higher Secondary Examination—1963

CHEMISTRY (Compartmental)

FIRST PAPER

Group A

1. Explain *any four* of the following terms : $3 \times 4 = 12$
(a) Chemical change (b) Saturated solution. (c) Chemical formula (d) Oxidation, (e) Hard water.
2. State the Law of Multiple proportions. 4
Two chlorides of a metal contain 35.9 and 52.8% of chlorine respectively. Show that the results are in accordance with the law. 8
3. Describe how hydrogen may be prepared and collected by decomposition of water :
(i) by a metal (a) at ordinary temperature.
(b) at a red heat :
(ii) without the application of chemicals. 4
4. 1.3 gm. of zinc is allowed to react with dilute sulphuric acid containing 3.0 gm of H_2SO_4 . Which of these chemicals is used up when the reaction ceases, and what is the volume of hydrogen evolved at $37^\circ C$ and 755 mm. ? [$Zn = 65$, $S = 32$].
 $6 + 6 = 12$

GROUP B

5. Describe the laboratory preparation of nitric acid. Sketch the apparatus used and give equation. $2 + 3 + 1$
State how you would obtain from the acid or any suitable salt of it—(a) oxygen, (b) nitrogen peroxide. Give equations.
 $1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}$
Give one example each of its oxidising action on (a) a non-metal ; (b) a compound. $1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}$
6. Starting from a phosphatic mineral, describe how you would prepare (a) red phosphorus, (b) ortho-phosphoric acid $5 + 2$
What is superphosphate of lime and what is its use ? $1 + 1$
Give the formulae of an arsenate and an arsenite and state one use of *either* of these.
7. What are the essential conditions for the oxidation of SO_2 to SO_3 by the contact process ? (Reasons for those

conditions are *not* required.) How is this SO_2 converted into sulphuric acid ? 5+1

How, and under what conditions, does sulphuric acid react with (a) copper, (b) oxalic acid ? $1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}$

Mention *two* gases for which sulphuric acid is unsuitable as a drying agent and state reasons. $1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}$

8. Describe the laboratory preparation of chlorine, giving equations. State, how it reacts with (a) heated phosphorus (b) cold and dilute solution of caustic soda, (c) potassium bromide solution, (d) CO gas. $4 \times 1\frac{1}{2} = 6$

9 Describe an experiment by which it can be shown that carbon dioxide contains its own volume of oxygen. 6

Show how the formula of the gas may be deduced from this result, mentioning what other information is required. 6

10. Show, with reference to one element, the application of Avogadro's law in the determination of atomic weight. 12

1963 : CHEMISTRY [compartmental]

SECOND PAPER

Group A [Any three]

1. What do you mean by atomic weight of an element ? Describe a method for its determination. When is the atomic weight accurate ? $2+5+1$

0.125 gm. of the chloride of a metal contains 0.054 gm. of the metal. The specific heat of the metal is 0.281. Calculate its atomic weight. (At wt of chlorine is 35.5). 4

2. Explain the terms : acids, bases and neutralization. Illustrate with simple ionic equations. $6+3$

What do you mean by a basic salt ? Why does a solution of sodium carbonate give an alkaline reaction ? $1+2$

3. Write what you know about : (a) electrovalency and covalency, and (b) oxidation and reduction. Give illustrations showing the part played by electrons. $6+6$

4. Describe how you would determine the strength of a solution of sulphuric acid given to you. 6

0.53 gm. of Na_2CO_3 is added to 100 ml. of a solution of sulphuric acid of strength N/10 ($F=1.25$). Is the resulting solution acid or alkaline ? 2

Calculate the volume of an acid or an alkali (as the case may be) of strength 0.75 N/10 required to neutralize the resulting solution. 4

5. What do you understand by 'Electro-chemical series of metals' ? 2

Under what conditions does water react with sodium, magnesium and iron ? Give equations. $3 \times (1+1)$

What happens when a knife blade is put into a solution of copper sulphate ? Give the reason for the reaction which occurs. 4

What is galvanization ? Why are iron sheets galvanized ? 2

Group B (*any three*)

6. How is cast iron prepared in a blast furnace ? Discuss the functions of coke and limestone, giving equations for the reactions which take place. 3+3

7. Describe how lead is obtained from galena. State its properties and uses. 8+2+2

8. What are fuels ? How are they classified ? 2+1

How are producer gas and water gas prepared ? Give equations. How do they differ ? 2+2+1

What are gasoline and Kerosene ? How are they obtained ? State their uses. 4

9. How is benzene obtained on a large scale ? State the peculiarities of benzene and its homologues. 6+6

10. Write briefly what you know about :—

(a) Fats and oils. (b) Soap, (c) Essences, (d) Bakelite and plastics. (e) Sucrose and glucose. (f) chloroform and iodoform

6+2

Higher Secondary Examination—1964

CHEMISTRY—FIRST PAPER

Special credit will be given for answer which are brief and to the point. *Three* marks are reserved for neatness and general impression. Answer *six* question, at least *two* being taken from each group.

GROUP A

1. Explain any four of the following :—

(a) Supersaturated solution. (b) Valency. (c) Combustion (d) Allotropy, (e) Nascent state. $3 \times 4 = 12$

2. Tabulate the essential differences between a mixture and a compound of iron and sulphur. 12

3. State Avogadro's Law and show that the molecular weight of a gas is twice its relative density. $2+4=6$

An element E forms two gaseous hydrides A and B , which contain 75 and 80 per cent of E , and have densities of 8 and 15 respectively. Given that A contains only one atom of E in its molecule, calculate (a) the atomic weight of E , and (b) the formulae of A and B $3+3=6$

4. What volume of sulphuretted hydrogen, measured at 27°C and 750 mm, would precipitate the copper in a solution of 2 gms of CuSO_4 in water? How much ferrous sulphide would give the requisite quantity of sulphuretted hydrogen?

[Atomic wt. of $\text{Cu}=63.5$; Atomic wt. of $\text{Fe}=56.$] $8+4=12$

5. How would you prepare a dilute, but otherwise pure, aqueous solution of hydrogen peroxide? 4

Give particulars, with equations, of four experiments you would perform to distinguish between this dilute solution and water. $2 \times 4 = 8$

6. Give full experimental details of how you would prepare, and collect several jarfuls of oxygen in the laboratory. 5

How is oxygen prepared on a large scale? 3

The word oxygen means 'acid producer'. Give two examples to show that the name as given to oxygen gas is justified, and two other examples to show that the name is a misnomer. $2+2=4$

7. State the conditions necessary for conversion of ammonia to nitric acid on a large scale. Describe one other method of manufacturing nitric acid. $4+4=8$

Give one example each of the reactions of nitric acid. (a) as an acid, (b) as an oxidizing agent. $2+2=4$

8. Name four allotropic forms of carbon, and state two uses of (a) charcoal, (b) coal. $2+2+2=6$

Describe how it may be shown that carbon monoxide contains half its own volume of oxygen. Show how the formula of the gas can be deduced from this result, it being given that its relative density is 14. $4+2=6$

9. Describe how hydrochloric acid is manufactured from sodium chloride. 6

What is its action on: (a) ferrous oxide; (b) manganese dioxide, (c) silver nitrate solution, (d) saturated solution of common salt? $1\frac{1}{2} \times 4 = 6$

10. How is dry sulphur dioxide prepared and collected in the laboratory ? 6

Describe what happens when it reacts with (a) an aqueous solution of potassium permanganate ; (b) chlorine water , (d) lime-water. (State the visible changes that occur and give equations.)
 $2 \times 3 = 6$

1964 : CHEMISTRY—Second Paper

GROUP A—Answer questions 1 and two other questions

1. Give a neat labelled sketch of the apparatus used in the chemical laboratory for the preparation of ethylene. Mention the proportion of the reacting substances and the temperature of reaction. 6+1+1

Give equation using structural formulæ of the compounds. 1

What happens when (a) ethylene mixed with hydrogen is passed over heated platinum, and (b) bromine reacts with ethylene ? 1+1

Why is it considered as an unsaturated compound ? 1

2 Describe the reaction by which ethyl alcohol is obtained from glucose With the help of structural formulæ explain the relationship between ethyl alcohol, acetaldehyde and acetic acid. 4+4

How does phosphorus pentachloride react with ethyl alcohol ? What is your conclusion from this reaction regarding the structural formula of the alcohol ? 1+1

What is methylated spirit ? State its uses.

3. A solution of sodium chloride can conduct electric current but a solution of canesugar cannot. Give reasons for this anomaly. 2

State and explain Faraday's laws of electrolysis.

What do you understand by 'electrochemical equivalent' of an element and 'a Faraday' ? Illustrate. 4

4. Write short notes on :—(a) Protons, electrons and neutrons. (b) Radio-activity. (c) Isotopes. 4+4+4

5. (a) Starting from pure metallic copper how would you determine its equivalent weight ? Give experimental details and method of calculation. 4+2

(b) 0.3975 gm. of copper oxide was heated in a current of pure and dry hydrogen till completely reduced and the gaseous

product was passed through a tube containing fused calcium chloride previously weighed. The gain in weight of the latter was 0.09 gm. Calculate the equivalent weight of copper.

[Atomic wt. of Cu = 63.5]

3

(c) The weight of copper deposited from a solution of copper sulphate by a uniform current of 0.25 ampere flowing for one hour is 0.295 gm. Find the equivalent weight of copper.

(1 Faraday = 96500 coulombs).

3

GROUP B (*Answer any three questions*)

6. What is benzene? How is it obtained on a large scale. Give the structural formula of benzene and two of its higher homologues—and state how they differ from methane and its homologues.

1+5+2+4

7. Starting from bauxite how would you prepare :—

(a) Pure aluminium oxide (b) Metallic aluminium. (c) Aluminium sulphate. (d) Anhydrous aluminium chloride Give equations.

3+1+1+2+2

8. By what chemical reactions metallic lead is obtained from galena?

6

Describe methods for the preparation of red lead and litharge.

2

What happens when red lead (a) is treated with dilute nitric acid, and (b) is strongly heated?

1+1

Name the constituents of (a) soft solder, and (b) type metal.

1+1

9. How does chlorine react with the metals sodium, copper and iron? Give equations.

6

How would you convert the compounds to the respective metals again?

6

10. (a) What is rust? How is it formed? How can it be prevented?

1+1+2

(b) What is glass? How is it prepared?

1+4

What do you mean by annealing?

1

Why glass is annealed?

2

Higher Secondary Exam.—1964 (Compartmental)

CHEMISTRY (First Paper)

GROUP A

1. Explain any four of the following :—

(a) Solubility, (b) Sublimation, (c) Gram molecule, (d) Water of crystallisation & (e) Chemical equation. $3 \times 4 = 12$

2. Describe an experiment you could perform in the laboratory to show that air contains a gas which supports combustion and another which does not. Give four reasons to show that these two gases in air are mixed together and not chemically combined.

Name three other gases present in air. $3 + 1\frac{1}{2} \times 4 = 9$ & $3 = 12$.

3. State three laws of chemical combination by weight and one law of combination by volume. Give examples. $4 \times 2 = 8$

Carbon forms two gaseous hydrides containing 75 and 80 percent of carbon respectively. Show that these compositions accord with the law of multiple proportions.

4. Calculate the weight of pure calcium carbonate from which 500 c.c. of carbon dioxide at 27°C and normal pressure may be prepared. What weight of pure carbon would yield the same quantity of carbon dioxide? ($\text{Ca} = 40$) $6 + 6 = 12$

GROUP B

5. How is hydrogen prepared from zinc and acid? What precautions should be taken before collecting the gas, and why?

How could you show that (a) hydrogen is a reducing agent, (b) water is produced when hydrogen reduces an oxide? $4 + 4 + 4 = 12$

6. Describe how nitrogen is obtained from an ammonium compound in the laboratory. How is it dried and collected? $3 + 1 + 1 = 5$

Describe its preparation on a technical scale. 3

What is meant by nitrogen cycle and what is the necessity of using nitrogen fertilizers? $2 + 2 = 4$

7. How is phosphorus manufactured from phosphatic minerals? Compare the physical and chemical properties of white and red phosphorus. How may each form be converted into the other. $4 + 4 + (2 + 2) = 12$

8. Describe the preparation of carbon monoxide in the laboratory. State four properties, physical or chemical in respect of which carbon monoxide differs from carbon dioxide. $4+4=8$

How could you convert a mixture of these two oxides completely into (a) carbon monoxide, (b) carbon dioxide. 4

9. How, and under what conditions, does chlorine react with—(a) aluminium, (b) sodium hydroxide; (c) ammonium hydroxide, (d) moist slaked lime, (e) potassium iodide; (f) carbon monoxide. Give equations. $2 \times 6 = 12$

10. How would you prepare and collect several jars of dry hydrogen sulphide? Sketch the apparatus that is used in the laboratory for obtaining a ready supply of the gas.

Write a note on its use as a laboratory reagent. $4+4+4=12$

CHEMISTRY—Second Paper

(Compartmental) : 1964

GROUP A

1. What do you understand by the term 'ester'? Give a neat labelled sketch of an apparatus used in the chemical laboratory for the preparation of an ester. 6

Mention briefly the essential steps in the process. What happens when it is hydrolysed? $3+1$

What is soap? 2

2. How is methane prepared in the laboratory? 3

How would you prove that the gas prepared is a compound of only carbon and hydrogen? 2

Describe what happens when a mixture of chlorine and methane is kept in diffused sunlight. Give equations. 4

Name the compounds produced. 2

What is your conclusion as to the nature of methane from the above reactions? 1

3. What do you understand by the term 'electrolyte'? Give two examples. 3

An electric current is passed between platinum electrodes through dilute solutions of (a) copper sulphate and (b) silver nitrate, the solutions being placed in series. State exactly what changes occur at the electrodes and in the solutions. $3+3$

If 0.105 gm of copper is deposited by the current from the first solution, calculate the weight of silver deposited in the second solution. ($\text{Cu}=63.5$, $\text{Ag}=108$) 3

4. Define equivalent weight of an element, equivalent weight of an acid, equivalent weight of a base. Give illustrations.

$$1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{2}$$

Explain with the help of the phenomenon of electrolytic dissociation what happens when a base is neutralized by an acid.

$$1\frac{1}{2}$$

If 25 ml of $\frac{N}{10}$ Na_2CO_3 solution ($F=1.05$) are neutralised by 19.5 ml. of a solution of sulphuric acid, calculate the strength of the acid in terms of normality and grams per litre. Calculate the acid to be diluted to one litre to make it exactly decinormal.

$$6$$

5. Write short notes on :—(a) Dulong and Petit's Law, (b) Isomorphism, (c) Electrovalency and covalency (d) Water gas.

$$3+3+3+3$$

GROUP B

6. What do you mean by destructive distillation? Describe the changes which you observe when wood is subjected to destructive distillation. Name the products.

$$2+2+2$$

Describe how acetone is prepared from one of these products.

$$3$$

What happens when acetone is oxidized and also reduced? Give equations with structural formula of the compounds.

$$3$$

7. Starting from sodium chloride how would you prepare pure anhydrous sodium carbonate on a large scale?

Give equations for the reactions involved

$$2$$

What happens when—(a) Carbon dioxide is passed through a cold saturated solution of sodium carbonate, (b) excess of lime water is added to a solution of sodium carbonate and (c) a solution of sodium carbonate is evaporated at room temperature? Will there be any change if the solution in (d) is evaporated over a water-bath?

$$6$$

8. Give a comparative statement of the physical properties and composition of cast iron, wrought iron and steel. State their uses. Describe how steel is prepared from cast iron. Name the elements, besides iron and carbon, usually present in steel.

$$4+3+3+2=12$$

9. (a) Under what condition is a metal displaced from a solution of its salts by another metal? Give two examples.

$$2+2$$

(b) What is plaster of Paris? How is it prepared? State its property and uses.

$$3$$

(c) Starting from copper pyrites how would you prepare crystalline copper sulphate?

$$2$$

- How is it made free from ferrous sulphate ? 1
- What happens when crystalline copper sulphate is slowly heated to redness ? 2
10. How does sodium hydroxide solution react with (a) aluminium powder and (b) granulated zinc ? Give equations. 4
- State the reactions of nitric acid and hydrochloric acid on iron and aluminium. Give equations where possible. 8
-

Higher Secondary Examination—1965

CHEMISTRY—FIRST PAPER

Answer SIX Questions, at least TWO being taken from each group. Give all necessary equations.

GROUP A

- 1 Explain the term *solubility*. What is a solubility curve ? 2+2
- Describe how you would determine the solubility of lead nitrate at room temperature. 5
- 50 gms. of lead nitrate are dissolved in 75 c.c. boiling water. What weight of the solute will crystallize out when the solution is cooled to 20°C ? (Solubility of lead nitrate at 20°C is 54 g.). 3
2. Enumerate all the information (qualitative, gravimetric and volumetric) that is given by the equation, $C + O_2 = CO_2$. 2+2+2
- and describe how the gravimetric part may be established experimentally. 6
- 3 A salt has the following percentage composition :—
Na—27.38, H—1.19, C—14.29, O—57.40
Find its simplest formula. [Na = 23] 6
- 2.1 gm. of this salt is strongly heated. What is the volume of carbon dioxide evolved at 27°C and 760 mm., and what is the weight of the solid residue ? 4+2
4. One litre of hydrogen at N. T. P. weighs 0.089 gm. What is the volume occupied at N. T. P. by (a) one gram-molecule of hydrogen, (b) one gram-molecule of any other gas ? 3+1
- 0.1022 gm. of a substance, when vaporized, occupies 55.5 c.c. at 27°C and 750 mm. Find the gram-molecular weight of the substance. 8

5. Give examples of three substances which yield oxygen when heated, either alone or after mixing with another substance. 3

Describe how oxygen may be prepared and collected in the laboratory from one of these substances. 3

State how oxygen may be converted into (a) an acidic oxide, (b) an alkaline oxide, and (c) an insoluble basic oxide. Give the reason for classifying the oxides under the respective heads. $2 \times 3 = 6$

GROUP B

6. Describe the laboratory preparation of nitric acid. State how you could obtain from the acid specimens of (a) nitric oxide, (b) nitrogen peroxide. How may these oxides be converted back into nitric acid? $(1+1) \times 2 = 4$

Describe the oxidizing action of nitric acid on (a) charcoal; (b) ferrous sulphate solution. 2+2

7. State how you would prepare chlorine in the laboratory. 4
How would you show that it is an oxidizing agent? 2

Tabulate three properties in respect of which it differs from sulphur dioxide. 3
Describe its use as a bleaching agent. 3

8. How is fluorine prepared in the laboratory? 4
Give a neat sketch of the apparatus. 3

State three important properties of the element and compare them with those of chlorine. 3+2

9. Describe how you would determine the composition of water by volume as well as by weight. 6+6

10. Give a brief account of *any one* method for the manufacture of sulphuric acid (Details of plants not required.) 12

CHEMISTRY—Second Paper, 1965

GROUP A

(Answer *two* questions only)

1. Define 'equivalent weight' of an element. Magnesium dissolves completely in excess of dilute sulphuric acid with evolution of hydrogen. Describe in detail an experiment in which this reaction is carried out to determine the equivalent weight of the metal. Illustrate your answer with a sketch of the apparatus used. 2+8+2

2. Describe briefly the modern idea about the structure of atoms, and explain 'oxidation and reduction' in terms of electrons, illustrating your answer with four examples, 4+4+4

3. (a) An oxide of a metal contains 52.91% of the metal. Calculate its equivalent weight.

(b) 0.362 gm. of a metal displaces 3.225 gms. of silver from a solution of silver nitrate. Calculate the equivalent weight of the metal. [At. weight of Ag = 107.81 and its valency = 1]

(c) 1.6182 gm. of pure metallic silver, when dissolved in nitric acid and treated with slight excess of hydrochloric acid, produces 2.1501 gm. of silver chloride. Calculate the equivalent weight of silver. Equivalent weight of chlorine is 35.46. 4+4+4

4. What do you mean by 'atomic weight' of an element? Describe a method for its determination by utilizing Avogadro's law. Illustrate with an example. How would you determine the accurate atomic weight of an element? 12

GROUP B (Answer any four questions)

5. How does destructive distillation differ from ordinary distillation? Explain why the former is called destructive. Illustrate your answer. 6

Name the by-products in the manufacture of coal gas and state their uses. 3+3

6. How is acetylene prepared in the laboratory? Give a sketch of the apparatus. State the properties of the compound. By what reactions would you prove that it is an unsaturated substance? Give equations. 4+2+2+2+2

7. How would you prepare the following compounds?—

(a) Formaldehyde, (b) Acetone, (c) Formic acid.

Give equations with the structural formulae of the compounds. 3+3+3+3

8. How is sodium extracted from sodium chloride? How do you know that it is a metal? 4+2

What happens when the metal is kept at ordinary temperature in a dry air, (b) moist air, and (c) chlorine? Give equation for the reaction in each case. 2+2+2

9. Describe how copper is extracted from copper pyrites. Give equations for the chemical reactions which take place in the process. 4+4

What happens when metallic copper is (a) treated with moderately dilute nitric acid, and (b) boiled with concentrated sulphuric acid? Give equations. 2+2

10. Under what conditions does water react with (a) iron, (b) carbon, and (c) calcium? Give equations. 4+2+2

How does chlorine react with (i) phosphorus, and (ii) aluminium? Give equations. 2+2

1965 : CHEMISTRY (Compartmental)—First Paper

Full Marks—75

Answer *six* questions, at least *two* being taken from each group. Give all necessary equations.

Group A

1. What are the essential differences between a chemical and a physical change ? 6

State, giving reasons, what kind of change is involved in each of the following cases :—

(a) Magnetisation of iron. (b) heating a piece of magnesium ribbon, (c) heating the filament of an electric bulb by passing electric current. (d) heating of camphor. $1\frac{1}{2} \times 4 = 6$

2. State Gay Lussac's Law of Gaseous Volume. 4

Describe how the law can be experimentally verified in the case of combination of hydrogen and chlorine. 8

3. An oxide of a metal M contains 27.6 per cent of oxygen. If the formula of the oxide be M_2O_3 , find the atomic weight of M.

Another oxide of the same metal contains 30.0 per cent of oxygen. What is the formula of this oxide ? 6×6

4. Describe how you would proceed to find the atomic weight of oxygen. 12

5. Explain the terms *oxidation* and *reduction*. 4

Classify any *four* of the following substances as oxidising or reducing agents, giving one chemical equation in each case in illustration of their behaviour as such :— 8

(a) Hydrogen peroxide, (b) Carbon monoxide, (c) Nitric acid, (d) Sulphuric acid, (e) Chlorine, (f) Copper oxide, (g) Hydriodic acid, (h) Sulphur dioxide.

Group B

6. How may dry ammonia gas be prepared in the laboratory ? Sketch the apparatus. $4 + 2$

Describe experiments to show that it (a) burns in oxygen and (b) is extremely soluble in water. What are the products obtained in (a) and (b) ? $2 + 2$

State *two* uses of ammonia or ammonium compounds. 2

7 Define the term *allotropy* 2

Name *four* allotropic forms of carbon, and mention *two* uses each of *two* of these allotropic forms. $2+2+2=6$

How is carbon dioxide obtained on a commercial scale ? Sketch the kiln. 4

8. How is chlorine prepared in the laboratory ? 4

How, and under what conditions, does chlorine react with (a) sodium, (b) sodium hydroxide, (c) potassium iodide, (d) slaked lime ? $4 \times 2 = 8$

9. How is sulphuretted hydrogen obtained for laboratory use ? Give a sketch of Kipp's apparatus. $3+2$

Under what conditions and with what results does it react with (a) oxygen, (b) sulphur dioxide ? $1\frac{1}{2}+1\frac{1}{2}=3$

State how it is useful in qualitative analysis for basic radicals. 4

10. Starting with bone black, how could you prepare (a) ortho-phosphoric acid, (b) yellow phosphorus. (c) red phosphorus ? $4+4+2$

What is superphosphate of lime and what is its use ? $1+1$

1965 : CHEMISTRY (Compartmental)--Second Paper

[Note : In numerical problems no credit will be given unless details of calculation are shown in the answer methodically.]

Group A

(Answer two questions only)

1. Give experimental details for the determination of equivalent weight of copper. Show how you would record experimental data and indicate the method of calculation. $6+3+3$

2. Define 'normal solution.' How would you prepare 250 ml of a decinormal solution of sodium carbonate and standardize a solution of sulphuric acid ? How would you calculate the strength of the latter ? $2+4+3+3$

3. Explain what you understand by the following :—

(a) Electrolysis, (b) Neutralization, (c) Basic salt, (d) Hydrolysis. $(2+1) \times 4$

Give examples.

4. State Faraday's laws of electrolysis and define electro-chemical equivalent of an element.

An electric current is passed simultaneously through two cells containing (a) acidulated water, and (b) a solution of silver nitrate. Calculate the weight of silver deposited in the second cell during the time that 121.6 ml. of hydrogen at 27°C and 750 m.m. pressure is liberated in the first [At. wt. of Ag=107.88, Valency of Ag=1, 1 ml. of hydrogen at N. T. P. weighs 0.00009 gm.] 6+6

Group B

(Answer any four questions)

5. How is methyl alcohol prepared on a large scale ? How does it react with a mixture of potassium dichromate and concentrated sulphuric acid ? By what reactions would you prove that in a molecule of methyl alcohol there is one hydroxyl group ? Give equations. 6+3+3

6. What are fuels ? How would you classify them ? Give examples. 2+2+2

Name the products of fractional distillation of petroleum and state their uses. 3+3

7. Write short notes on :— 3+3+3+3

(a) Homologous series, (b) Sucrose and glucose (c) Hydrolysis of esters, (d) Structural formula of the benzene molecule.

8. Describe the solvay process for the preparation of sodium carbonate and state its uses. Give equations 8+2

Why does a solution of sodium carbonate give alkaline reaction ? 2

9. How is aluminium extracted from bauxite ? Describe two chemical reactions of the element to prove that it is a metal. Give equations. 6+4

What happens when an aluminium foil is introduced into a solution of copper sulphate ? Give equation. 2

10. What is zinc blende ? Describe briefly the operations by which metallic zinc is obtained from it. Give equations. 1+4+2

What is 'galvanizing' ? Under what condition galvanized iron sheets are considered better than tin plated iron sheets ? Give reasons. 1+2+2

INTERNATIONAL ATOMIC WEIGHTS

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight	Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Actinium	Ac	89	227	Europium	Eu	63	152.0
Aluminium	Al	13	26.98	Fermium	Fm	100	[255]
Americium	Am	95	[243]	Fluorine	F	9	19.00
Antimony	Sb	51	121.76	Francium	Fr	87	[233]
Argon	Ar	18	39.944	Gadolinium	Gd	64	156.9
Arsenic	As	33	74.91	Gallium	Ga	31	69.72
Astatine	At	85	[210]	Germanium	Ge	32	72.60
Barium	Ba	56	137.36	Gold	Au	79	197.0
Berkelium	Bk	97	[245]	Hafnium	Hf	72	178.6
Beryllium	Be	4	9.012	Helium	He	2	4.003
Bismuth	Bi	83	209.00	Holmium	Ho	67	164.94
Boron	B	5	10.82	Hydrogen	H	1	1.0080
Bromine	Br	35	79.916	Indium	In	49	114.76
Cadmium	Cd	48	112.41	Iodine	I	53	126.91
Calcium	Ca	20	40.08	Iridium	Ir	77	192.2
Californium	Cf	98	[248]	Iron	Fe	26	55.85
Carbon	C	6	12.011	Krypton	Kr	36	83.80
Cerium	Ce	58	140.13	Lanthanum	La	57	138.92
Caesium	Cs	55	132.91	Lead	Pb	82	207.21
Chlorine	Cl	17	35.457	Lithium	Li	3	6.940
Chromium	Cr	24	52.01	Lutetium	Lu	71	174.99
Cobalt	Co	27	58.94	Magnesium	Mg	12	24.32
Copper	Cu	29	63.54	Manganese	Mn	25	54.94
Curium	Cm	96	[245]	Mendelevium	Mv	101	[256]
Dysprosium	Dy	66	162.45	Mercury	Hg	80	200.61
Einsteinium	En	99	[253]	Molybdenum	Mo	42	95.95
Erbium	Er	68	167.2	Neodymium	Nd	60	144.27

INTERNATIONAL ATOMIC WEIGHTS

Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight	Element	Symbol	Atomic Number	Atomic Weight
Neon	Ne	10	20 183	Selenium	Se	34	78.96
Neptunium	Np	93	[237]	Silicon	Si	14	28.09
Nickel	Ni	28	58.69	Silver	Ag	47	107.880
Niobium	Nb	41	92.91	Sodium	Na	11	22.991
Nitrogen	N	7	14.008	Strontium	Sr	38	87.63
Osmium	Os	76	190.2	Sulphur	S	16	32.066
Oxygen	O	8	16	Tantalum	Ta	73	180.95
Palladium	Pd	46	106.7	Technetium	Tc	43	[99]
Phosphorus	P	15	30.975	Tellurium	Te	52	127.61
Platinum	Pt	78	195.23	Terbium	Tb	65	158.93
Plutonium	Pu	94	[242]	Thallium	Tl	81	204.39
Polonium	Po	84	210	Thorium	Th	90	232.05
Potassium	K	19	39.100	Thulium	Tm	69	168.94
Praseodymium	Pr	59	140.92	Tin	Sn	50	118.70
Promethium	Pm	61	[145]	Titanium	Ti	22	47.90
Protactinium	Pa	91	231	Tungsten	W	74	183.92
Radium	Ra	88	226.05	Uranium	U	92	238.07
Radon	Rn	86	222	Vanadium	V	23	50.95
Rhenium	Re	75	186.31	Xenon	Xe	54	131.3
Rhodium	Rh	45	102.91	Ytterbium	Yb	70	173.04
Rubidium	Rb	37	85.48	Yttrium	Y	39	88.92
Ruthenium	Ru	44	101.1	Zinc	Zn	30	65.38
Samarium	Sm	62	150.43	Zirconium	Zr	40	91.22
Scandium	Sc	21	44.96				

Figures in brackets denote the mass number of the isotope having the longest half-life period

